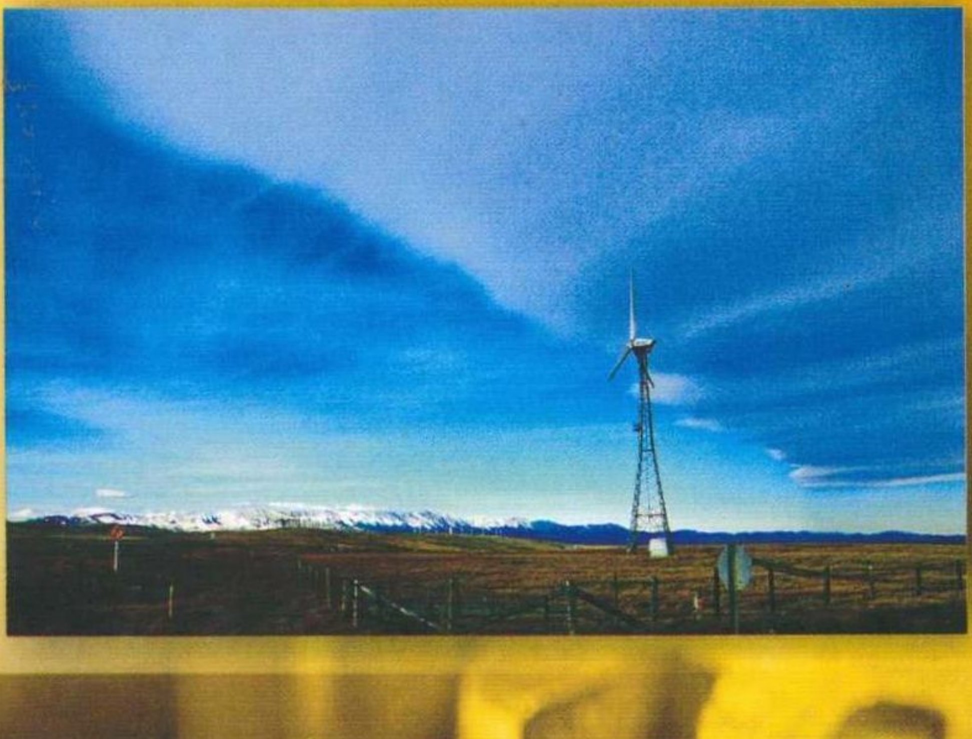
VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN ĐĂNG KHOA
Khoa Vật lí -Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Đại học Quốc gia TP HCM

# HỌC TỐT VẬT LÍ 12

*( CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN )*



NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

**VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN ĐĂNG KHOA**

Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

Đại học Quốc gia TP HCM

# HỌC TỐT VẬT LÍ 12

## (CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN)

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI**
**2008**

# LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách này được biên soạn theo chương trình **Vật lí lớp 12 - Chương trình chuẩn** của Bộ Giáo dục và Đào tạo áp dụng từ năm học 2008 – 2009.

Mục tiêu của cuốn sách này là giúp cho các em học sinh nắm vững kiến thức cơ bản, vận dụng kiến thức đó vào việc tìm hiểu, giải thích các hiện tượng vật lí đặt ra trong sách giáo khoa vật lí 12 và trong tự nhiên.

Mặt khác, các tác giả cũng muốn cung cấp cho các vị phụ huynh và các thầy cô giáo tài liệu tham khảo để hướng dẫn cho con em và học sinh của mình trong quá trình học tập.

Cuốn sách này cũng là tài liệu bổ ích giúp cho các em học sinh ôn tập trong các kì thi quan trọng cuối bậc Trung học Phổ thông.

Để độc giả tiện theo dõi, chúng tôi trình bày nội dung theo bố cục phân bố bài học của sách giáo khoa **Vật lí 12 – Chương trình chuẩn**.

Bố cục mỗi bài gồm:

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

Mặc dù rất cố gắng, nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót. Rất mong sự đóng góp ý kiến xây dựng của các em học sinh, quí vị phụ huynh và các thầy cô giáo.

**CÁC TÁC GIẢ**

# CHƯƠNG I – DAO ĐỘNG CƠ

## Bài 1 – DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Dao động cơ học***

   Là chuyển động qua lại của một vật trên một đoạn đường xác định quanh một vị trí cân bằng.

2. ***Dao động tuần hoàn***

   Dao động tuần hoàn là dao động có chu kì T. Tức là, sau mỗi khoảng thời gian T vật dao động đều trở lại vị trí cũ, với vận tốc như cũ ( hay còn gọi là cùng trạng thái).

3. ***Dao động điều hòa***

   ***a) Định nghĩa dao động điều hòa***

   Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ được mô tả bằng một định luật dạng cosin (hay sin) của thời gian.

   ***b) Phương trình dao động điều hòa***

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

- $x$ = *li độ* : độ lệch của vật khỏi VTCB (m)
- $A$ = *Biên độ:* li độ cực đại (m)
- $\omega t + \varphi$ = *Pha dao động* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm t (rad)
- $\varphi$ = *pha ban đầu* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm t = 0 (rad)

***c) Chu kì – Tần số – Tần số góc***

- ***Chu kì T:*** là khoảng *thời gian ngắn nhất* sau đó trạng thái dao động lặp lại như cũ, hay khoảng thời gian để vật thực hiện được 1 dao động (s)

$$T = \frac{t}{N}$$

- ***Tần số f :*** là *số dao động* mà vật thực hiện được trong 1 đơn vị thời gian (Hz)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{N}{t}$$

- **Tần số góc ω** : là đại lượng trung gian cho phép xác định chu kì T, tần số f (rad/s)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

### d) Vận tốc

$$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \; ; \; v_{max} = \omega A$$

Đơn vị SI : m/s

### e) Gia tốc

$$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x \; ; \; a_{max} = \omega^2 A$$

Đơn vị SI : $m/s^2$

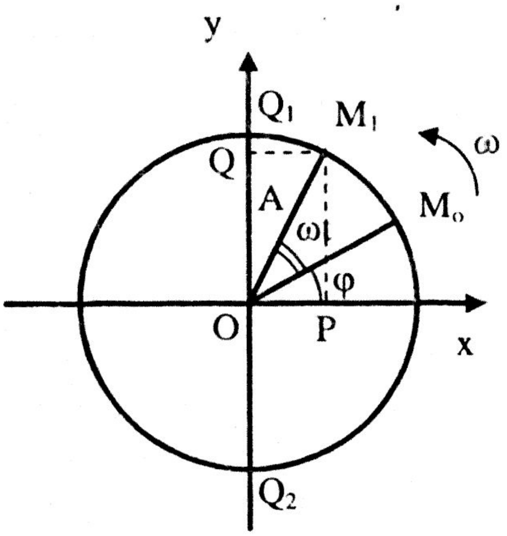
### f) Công thức độc lập

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$$

- Ở vị trí cân bằng: $x = 0 \Rightarrow |v_{VTCB}| = v_{max} = \omega A$
- Ở vị trí biên: $x = \pm A \Rightarrow v = 0$

### 4. Mối liên hệ giữa dao động điều hoà với chuyển động tròn đều

Dao động điều hòa có thể xem là chuyển động của hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên một trục trùng với đường kính của đường tròn.



Gọi P là hình chiếu M xuống trục Ox : $x = \overline{OP} = A\cos(\omega t + \varphi)$

- Gia tốc hướng tâm của chất điểm M: $\vec{a}_M = -\omega \vec{r}$
- Gia tốc của điểm P là hình chiếu của véctơ gia tốc của điểm M lên trục x: $a_P = -\omega^2 x$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một chất điểm dao động điều hòa trên một đoạn thẳng MN dài 20 cm. Biết vận tốc của nó khi qua trung điểm của MN là 9,42 m/s. Chọn t = 0 là lúc vật qua vị cân bằng theo chiều âm quĩ đạo. Phương trình dao động điều hòa là:***

***A.*** $x = 10\cos 30\pi t$ (cm)   ***B.*** $x = 10\cos(3\pi t + \pi)$ (cm)

***C.*** $x = 10\cos(30\pi t + \pi)$ (cm)   ***D.*** $x = 10\cos(30\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm)

**Giải**

Ta có: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó : $A = \dfrac{MN}{2} = 10$ cm

Vận tốc qua trung điểm của MN cũng chính là vận tốc qua vị trí cân bằng và bằng vận tốc cực đại. Do đó:

$$v_{max} = \omega A = 9{,}42 \text{ m/s} = 3\pi \text{ m/s} = 300\pi \text{ cm/s}$$

$$\Rightarrow \quad \omega = \frac{v_{max}}{A} = \frac{300\pi}{10} = 30\pi \text{ rad/s}$$

$t = 0$: $x = 0$, $v < 0$: $\Rightarrow \cos\varphi = 0$, $\sin\varphi > 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi = \dfrac{\pi}{2}$ rad

Phương trình dao động điều hòa: $x = 10\cos(30\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm)

***Đáp án: D***

**Bài 2:** ***Phương trình của một vật dao động điều hòa có dạng:***

$$x = 10\cos(5\pi t + \frac{\pi}{6}) \text{ (cm)}$$

***a) Hãy xác định chu kì, tần số góc, biên độ và pha ban đầu của dao động.***

***b) Xác định li độ x tại thời điểm t = 0,4 s.***

***c) Tính li độ dao động khi pha dao động là*** $-\dfrac{\pi}{4}$.

**Giải**

a) Từ phương trình dao động ta có:

$$A = 10 \text{ cm}; \ \omega = 5\pi \text{ rad/s}; \ \varphi = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

Từ đó suy được: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{5\pi} = 0{,}4$ s

$$f = \frac{1}{T} = 2{,}5 \text{ Hz}$$

b) Thế t = 0,4 s vào phương trình dao động, ta có:

$$x = 10\cos\left(5\pi \,.\, 0{,}4 + \frac{\pi}{6}\right) = 10\cos\left(2\pi + \frac{\pi}{6}\right) = 10\cos\frac{\pi}{6} = 5\sqrt{3} \text{ cm}$$

c) Theo đề ta có: $2\pi + \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow \quad x = 10\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) = 5\sqrt{2} \text{ cm}$$

***Đáp số:* a) $T = 0{,}4$ s; $\omega = 5\pi$ rad/s; $A = 10$ cm; $\varphi = \frac{\pi}{6}$**

**b) $x = 5\sqrt{3}$ cm; c) $x = 5\sqrt{2}$ cm**

**Bài 3:** ***Chọn cụm từ thích hợp để điền vào các chỗ trống sau cho hợp nghĩa:***
***"Một dao động . . . . . có thể được xem là chuyển động hình chiếu của một điểm chuyển động . . . . . lên một . . . . . trùng với đường kính của đường tròn".***

***A. điều hòa, thẳng đều, đường thẳng.***
***B. cơ học, tròn đều, đường thẳng.***
***C. điều hòa, tròn đều, trục.***
***D. Tuần hoàn, thẳng đều, phương.***

**Giải**

Một dao động *điều hòa* có thể xem là chuyển động của hình chiếu của một điểm chuyển động *tròn đều* lên một *trục* trùng với đường kính của đường tròn.

***Đáp án: C***

**Bài 4:** ***Pittông của một động cơ đốt trong có khối lượng m = 1,5 kg dao động điều hòa trong xilanh trên một đoạn đường dài 20 cm và làm trục khuỷu của động cơ quay với vận tốc 1200 vòng/phút. Lấy $\pi^2 = 10$. Tính giá trị cực đại của lực tác dụng gây ra dao động của pittông.***

**Giải**

Vận tốc góc quay của trục khuỷu:

$$\omega = \frac{1200.2\pi}{60} = 40\pi \text{ rad/s}$$

Biên độ dao động của pittông là :

$$A = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

Gia tốc cực đại của pittông là khi qua hai đầu của xi lanh và bằng :

$$a_{max} = \omega^2 A = (40\pi)^2 \,.\, 0,1 = 1600 \text{ m/s}^2$$

Theo định luật II của Niu–tơn, giá trị cực đại của lực tác dụng gây ra dao động của pittông là :

$$F_{max} = ma_{max} = 1,5 \,.\, 1600 = 2400 \text{ N}$$

***Đáp số: $F_{max} = 2400$ N***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**1.1.** Phát biểu định nghĩa dao động điều hòa.

**Trả lời**

Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ được mô tả bằng một định luật dạng cosin (hay sin) của thời gian.

**1.2.** Viết phương trình của dao động điều hòa. Hãy giải thích các đại lượng trong phương trình.

**Trả lời**

Phương trình : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó :

- x = *li độ* : độ lệch của vật khỏi VTCB (m)
- A = *Biên độ:* li độ cực đại (m)
- $\omega$ : là đại lượng trung gian cho phép xác định chu kì T, tần số f (rad/s)
- $\omega t + \varphi$ = *Pha dao động* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm t ( rad)
- $\varphi$ = *pha ban đầu* : đại lượng trung gian cho phép xác định trạng thái của vật ở thời điểm t = 0 ( rad)

**1.3.** Mối liên hệ giữa dao động điều hòa với chuyển động tròn đều thể hiện ở chỗ nào ?

**Trả lời**

Dao động điều hòa có thể xem là chuyển động của hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên một trục trùng với đường kính của đường tròn.

Gọi P là hình chiếu M xuống trục Ox : $x = \overline{OP} = A\cos(\omega t + \varphi)$

**1.4.** Nêu định nghĩa của chu kì và tần số của dao động điều hòa.

**Trả lời**

- ***Chu kì T:*** là khoảng *thời gian ngắn nhất* sau đó trạng thái dao động lặp lại như cũ, hay khoảng thời gian để vật thực hiện được 1 dao động (s).
- ***Tần số f :*** là *số dao động* mà vật thực hiện được trong 1 đơn vị thời gian (Hz).

**1.5.** Giữa chu kì, tần số và tần số góc có mối liên hệ như thế nào?

**Trả lời**

**Tần số góc** $\omega$ : là đại lượng trung gian cho phép xác định chu kì T, tần số f (rad/s)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

**1.6.** Một vật dao động điều hòa theo phương trình : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

a) Lập công thức tính vận tốc và gia tốc của vật.

b) Ở vị trí nào thì vận tốc bằng 0? Ở vị trí nào thì gia tốc bằng 0?

c) Ở vị trí nào thì vận tốc có độ lớn cực đại? Ở vị trí nào thì gia tốc có độ lớn cực đại?

**Trả lời**

a) Công thức tính vận tốc và gia tốc của vật.

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)\ ;\ v_{max} = \omega A$$

$$a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x\ ;\ a_{max} = \omega^2 A$$

b) Vị trí vận tốc bằng 0:

Ta có: $x^2 = A^2\cos^2(\omega t + \varphi)\ ;\ \frac{v^2}{\omega^2} = A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$

⇒ Công thức độc lập: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

- $v = 0 \Rightarrow x = \pm A$ ⇒ vị trí biên.
- Vị trí gia tốc bằng 0: $a = -\omega^2 x = 0$ khi $x = 0$ ⇒ vị trí cân bằng.

c) Từ công thức độc lập : $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

- Ở vị trí cân bằng: $x = 0 \Rightarrow |v_{VTCB}| = v_{max} = \omega A$

  ⇒Vị trí vận tốc có độ lớn cực đại là vị trí cân bằng.
- $a = -\omega^2 x \Rightarrow |a| = a_{max} = \omega^2 A$ khi $x = \pm A$ ⇒ vị trí biên.

  ⇒ Vị trí gia tốc có độ lớn cực đại là vị trí biên.

**1.7.** Một chất điểm dao động điều hòa có quĩ đạo là một đoạn thẳng dài 12 cm. Biên độ dao động của vật là:

A. 12 cm B. – 12 cm C. 6 cm D. – 6 cm

**Hướng dẫn giải**

$$A = \frac{MN}{2} = \frac{12}{2} = 6\text{ cm}$$

***Đáp án: C***

**1.8.** Một vật chuyển động tròn đều với vận tốc góc là π rad/s. Hình chiếu của vật trên một đường kính dao động điều hòa với tần số góc, chu kì và tần số bằng bao nhiêu?

A. π rad/s; 2 s; 0,5 Hz. B. 2π rad/s; 2 s; 0,5 Hz.

C. 2π rad/s; 1 s; 1 Hz. D. $\frac{\pi}{2}$ rad/s; 4 s; 0,25 Hz

**Hướng dẫn giải**

Tần số góc của dao động điều hòa bằng vận tốc góc của chuyển động tròn đều là: $\omega = \pi$ rad/s.

Chu kì dao động của vật là: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2$ s

Tần số dao động của vật là: $f = \frac{1}{T} = 0,5$ Hz

***Đáp án: A***

**1.9.** Cho phương trình của dao động điều hòa $x = -5\cos(4\pi t)$ (cm). Biên độ và pha ban đầu của dao động là bao nhiêu?

A. 5 cm; 0 rad B. 5 cm; 4π rad

C. 5 cm; 4πt rad D. 5 cm; π rad

**Hướng dẫn giải**

$$x = -5\cos(4\pi t) = 5\cos(4\pi t + \pi) \text{ (cm)}$$

Biên độ và pha ban đầu của dao động là: A = 5 cm; $\varphi = \pi$ rad

***Đáp án: D***

**1.10.** Phương trình của dao động điều hòa là: $x = 2\cos(5t - \frac{\pi}{6})$ (cm). Hãy cho biết biên độ, pha ban đầu và pha ở thời điểm t của dao động.

**Hướng dẫn giải**

Biên độ: A = 2 cm, pha ban đầu: $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ rad và pha ở thời điểm t của dao động là $(5t - \frac{\pi}{6})$ rad.

**1.11.** Một vật dao động điều hòa phải mất 0,25 s để đi từ điểm có vận tốc bằng không tới điểm tiếp theo cũng như vậy. Khoảng cách giữa hai điểm là 36 cm. Tính:

a) Chu kì b) Tần số c) Biên độ

**Hướng dẫn giải**

Theo đề: t = 0,25 s; MN = 36 cm

Khi vật đi từ điểm có vận tốc bằng không tới điểm tiếp theo cũng như vậy, tức là vật đi từ biên này tới biên kia của quĩ đạo. Thời gian vật đi trên đoạn đường đó là ½ chu kì và quãng đường đó bằng 2A. Do đó:

a) Khi vật đi từ điểm có vận tốc bằng không tới điểm tiếp theo cũng như vậy tức là đi từ biên này tới biên kia của quĩ đạo chuyển động. Trê đoạn đường đó vật đi mất thời gian là $t = \frac{T}{2}$.

Chu kì dao động của vật là: T = 2t = 0,5 s

b) Tần số dao động của vật là: $f = \frac{1}{T} = 2$ Hz

c) Biên độ dao động của vật là: $A = \frac{MN}{2} = \frac{36}{2} = 18$ cm

***Đáp số: a) T = 0,5 s; b) f = 2 Hz; c) A = 18 cm***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**1.12.** Chọn câu trả lời đúng

Khi một vật dao động điều hòa thì:

A. Véc tơ vận tốc và gia tốc luôn hướng cùng chiều chuyển động.

B. Véc tơ vận tốc luôn hướng cùng chiều chuyển động, véc tơ gia tốc luôn hướng về vị trí cân bằng.

C. Véc tơ vận tốc và gia tốc luôn đổi chiều khi qua vị trí cân bằng.

D. Véc tơ vận tốc và gia tốc luôn là véc tơ hằng số.

**1.13.** Chọn câu trả lời sai

Lực tác dụng gây ra dao động điều hòa của một vật:

A. Có biểu thức $\vec{F} = -k\vec{x}$.

B. Biến thiên điều hòa theo thời gian.

C. Luôn hướng về vị trí cân bằng.

D. Có giá trị cực đại khi vật qua vị trí cân bằng.

**1.14.** Chọn câu trả lời đúng

Một vật dao động điều hòa theo phương trình: $x = 6\sin 2\pi t + 6\cos 2\pi t$ (cm)

Biên độ, tần số góc và pha ban đầu của dao động đó lần lượt là:

A. $A = 6\sqrt{2}$ cm ; $\omega = 2\pi$ rad/s ; $\varphi = -\frac{\pi}{4}$ rad

B. $A = 6$ cm ; $\omega = 2\pi$ rad/s ; $\varphi = \frac{\pi}{4}$ rad

C. $A = 6\sqrt{2}$ cm ; $\omega = 2\pi$ rad/s ; $\varphi = \frac{\pi}{4}$ rad

D. $A = 6$ cm ; $\omega = 2\pi$ rad/s ; $\varphi = -\frac{3\pi}{4}$ rad

**1.15.** Chọn câu trả lời đúng

Một chất điểm dao động điều hòa trên một đoạn thẳng MN dài 10 cm. Biết vận tốc của nó khi qua trung điểm của MN là $40\pi$ cm/s. Tần số dao động của chất điểm là:

A. 0,25 Hz B. 4 Hz C. 8 Hz D. 16 Hz

**1.16.** Chọn câu trả lời đúng

Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 10\cos 2\pi t$ (cm). Vận tốc trung bình của vật đi được trong một chu kì dao động là:

A. 0,4 m/s B. 0,8 m/s C. 1,6 m/s D. Một giá trị khác.

**1.17.** Chọn câu trả lời đúng

Một chất điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn tâm O, bán kính $R = 0{,}5$m với vận tốc $v = 1$ m/s. Hình chiếu của chất điểm M lên một đường kính của đường tròn là:

A. một dao động điều hòa với biên độ 50 cm và tần số góc 2 rad/s.

B. một dao động điều hòa với biên độ 25 cm và tần số góc 2 rad/s.

C. một dao động tần hoàn có li độ lớn nhất 25 cm tần số góc 0,5 rad/s.

D. một dao động tần hoàn có li độ lớn nhất 50 cm tần số góc 0,5 rad/s.

**1.18.** Chọn câu trả lời đúng

Trong dao động điều hòa, vận tốc tức thời của vật biến đổi:

A. sớm pha hơn li độ là $\frac{\pi}{4}$. B. sớm pha so với li độ là $\frac{\pi}{2}$.

C. ngược pha so với li độ. D. cùng pha so với li độ.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**1.12. B**

Trong một chuyển động bất kì, véctơ vận tốc luôn hướng cùng chiều chuyển động.

Từ công thức: $\vec{F} = -k\vec{x} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a}$ luôn hướng ngược chiều $\vec{x} \Rightarrow \vec{a}$ luôn hướng về vị trí cân bằng.

Khi một vật dao động điều hòa thì véc tơ vận tốc luôn hướng cùng chiều chuyển động, véc tơ gia tốc luôn hướng về vị trí cân bằng.

**1.13. D**

Từ công thức: $\vec{F} = -k\vec{x}$

Khi qua vị trí cân bằng: $x = 0 \Rightarrow F = 0$

$\Rightarrow$ Lực tác dụng gây ra dao động điều hòa của một vật có giá trị bằng không khi vật qua vị trí cân bằng $\Rightarrow$ câu sai D.

**1.14. A**

Ta có: $\sin x + \cos x = \sqrt{2}\cos\left(x - \frac{\pi}{4}\right)$

$$x = 6\sin 2\pi t + 6\cos 2\pi t = 6\,[\sin 2\pi t + \cos 2\pi t]$$

$$x = 6\sqrt{2}\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)\ \text{(cm)}$$

$$A = 6\sqrt{2}\ \text{cm}\ ;\ \omega = 2\pi\ \text{rad/s}\ ;\ \varphi = -\frac{\pi}{4}\ \text{rad}$$

**1.15. B**

Biên độ của dao động là: $A = \frac{MN}{2} = 5$ cm

Vận tốc qua trung điểm của MN cũng chính là vận tốc qua vị trí cân bằng và bằng vận tốc cực đại. Do đó:

$$v_{max} = \omega A = 40\pi \text{ cm/s}$$

$$\omega = \frac{v_{max}}{A} = \frac{40\pi}{5} = 8\pi \text{ rad/s} \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 4 \text{ Hz}$$

**1.16.** ***A***

Ta có vận tốc trung bình được tính bởi công thức: $\overline{v} = \frac{s}{t}$

Quãng đường vật đi được trong một chu kì là: $s = 4A = 4 . 10 = 40$ cm

Thời gian vật đi trong một chu kì là: $t = T = \frac{2\pi}{\omega} = 1$ s

Vận tốc trung bình của vật đi được trong một chu kì dao động là:

$$\overline{v} = \frac{s}{t} = 40 \text{ cm/s} = 0{,}4 \text{ m/s}$$

**1.17.** ***A***

Hình chiếu của chất điểm M lên một đường kính của đường tròn là một dao động điều hòa với: biên độ $A = R = 50$ cm và tần số góc $\omega = \frac{v}{R} = 2$ rad/s.

**1.18.** ***B***

Ta có: $x = A\cos(\omega t+\varphi) \Rightarrow v = x' = -\omega A\sin(\omega t+\varphi) = \omega A\cos(\omega t+\varphi+\frac{\pi}{2})$

Do đó: Vận tốc v sớm pha hơn li độ x là $\frac{\pi}{2}$.

# Bài 2 – CON LẮC LÒ XO

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Cấu tạo***

Con lắc lò xo gồm:

- Lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0$, độ cứng k, khối lượng không đáng kể.
- Vật nặng khối lượng m, kích thước không đáng kể.
- Một đầu của lò xo gắn vào một điểm cố định, đầu còn lại gắn với vật nặng.

***2. Độ biến dạng của lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng***

$$\Delta l = l_{cb} - l_0$$

***3. Ba loại con lắc lò xo chủ yếu***

- *Con lắc lò xo nằm ngang:* $\Delta \overline{l} = 0$
- *Con lắc lò xo thẳng đứng:* $k|\Delta l| = mg$
- *Con lắc lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α so với mặt phẳng ngang:* $k|\Delta l| = mg\sin\alpha$

### 4. *Khảo sát về mặt động lực học*

Lực tác dụng $\vec{F}$ gây ra dao động điều hòa có dạng lực hồi phục, luôn hướng về vị trí cân bằng và tỉ lệ với li độ $\vec{x}$

$$\vec{F} = -k\vec{x} \quad \text{hay} \quad F = k|x|$$

Tại vị trí cân bằng: $\vec{F} = 0$

Lực tác dụng cực đại: $F_{max} = kA = m\omega^2A$

Đơn vị SI: N (Niutơn)

Theo định luật II của Niutơn : F = ma.

Suy ra : $a = x'' = -\dfrac{k}{m}x$

Đặt : $$\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow x'' = -\omega^2 x$$

Đây là phương trình vi phân bậc hai có nghiệm:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

⇒ Chuyển động của con lắc lò xo là dao động **điều hòa.**

- **Chú ý:** **điều kiện để con lắc lò xo dao động điều hòa**

  + Lò xo phải thỏa điều kiện giới hạn đàn hồi, tức là **lực đàn hồi** của lò xo phải tuân theo định luật Hooke ( Húc)

  $$\vec{F}_{dhx} = -k(\vec{\Delta l} + \vec{x}) \Rightarrow F_{dhx} = k|\Delta l + x|$$

  + Lực ma sát $F_{ms} = 0$.

### 5. *Khảo sát về mặt năng lượng*

Cơ năng = Động năng + Thế năng

- ***Động năng***

$$E_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

- ***Thế năng***

$$E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

- ***Định luật bảo toàn Cơ năng***

$$E = E_đ + E_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = E_{đmax} = E_{tmax} = const$$

Đơn vị SI: J (Jun)

*Vậy trong quá trình dao động điều hòa luôn có sự biến đổi qua lại giữa động năng và thế năng, nếu động năng tăng thì thế năng giảm và ngược lại, nhưng cơ năng luôn được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.*

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** *Chọn câu trả lời đúng*

*Trong dao động điều hòa của một con lắc lò xo chung quanh vị trí cân bằng lực hồi phục tác dụng lên vật sẽ:*

*A. Tỉ lệ thuận với tổng độ dãn của lò xo và hướng về vị trí cân bằng.*

*B. Tỉ lệ nghịch với tổng độ dãn của lò xo và hướng về vị trí cân bằng.*

*C. Tỉ lệ nghịch với khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng và hướng ra xa vị trí ấy.*

*D. Tỉ lệ thuận với khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng và hướng về phía vị trí ấy.*

**Giải**

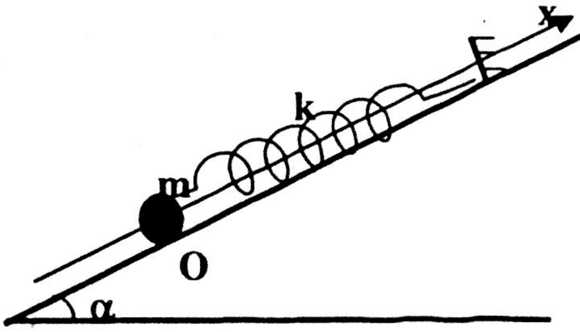
Trong dao động điều hòa của một con lắc lò xo chung quanh vị trí cân bằng lực hồi phục tác dụng lên vật sẽ tỉ lệ thuận với khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng và hướng về phía vị trí ấy.

***Đáp án: D***

**Bài 2:** *Một con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng m, lò xo có độ cứng k đang dao động điều hòa trên mặt phẳng nghiêng $30^0$ so với mặt phẳng ngang với tần số góc $\omega = 2\pi$ rad/s như hình 2.1. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ biến dạng của lò xo lúc vật vị trí cân bằng là:*

*A. 25 cm* *B. 12,5 cm*

*C. 2,5 cm* *D. 1,25 cm*



**Hình 2.1**

**Giải**

Đây là con lắc lò xo nằm nghiêng, nên:

$$\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{g\sin\alpha}{\omega^2} = \frac{10\sin 30^0}{(2\pi)^2} = 0{,}125\text{ m} = 12{,}5\text{ cm}$$

***Đáp án : B***

**Bài 3:** *Một vật có khối lượng m = 200 g gắn vào một lò xo có độ cứng k = 20 N/cm. Từ vị trí cân bằng kéo vật đến li độ x = 5 cm rồi truyền cho nó vận tốc 5 m/s hướng về vị trí cân bằng. Khi đó vật dao động điều hòa. Chọn t = 0 là lúc truyền vận tốc.*

*a) Tính năng lượng dao động của vật. Viết biểu thức động năng và thế năng.*

*b) Xác định vị trí vật tại đó động năng bằng 3 lần thế năng.*

**Giải**

a) Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{2000}{0,2}} = 100 \text{ rad/s}$

Khi t = 0: $x = 5$ cm, $v = -5$ m/s $= -500$ cm/s

$$\Rightarrow \quad A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{5^2 + \left(\frac{-500}{100}\right)^2} = 5\sqrt{2} \text{ cm}$$

Năng lượng dao động của vật:

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}2000.\left(5\sqrt{2}.10^{-2}\right)^2 = 5 \text{ J}$$

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

$$5 = 5\sqrt{2}\cos\varphi \quad \Rightarrow \quad \cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v < 0 \quad \Rightarrow \quad \sin\varphi > 0 \Rightarrow \quad \varphi = \frac{\pi}{4}$$

⇒ Biểu thức động năng:

$$E_đ = \frac{1}{2}mv^2 = E\cos^2(\omega t + \varphi) \Rightarrow E_đ = 5\cos^2\left(100t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (J)}$$

⇒ Biểu thức thế năng:

$$E_t = \frac{1}{2}kx^2 = E\cos^2(\omega t + \varphi) \quad \Rightarrow E_đ = 5\cos^2\left(100t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (J)}$$

b) Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$E = E_đ + E_t = \text{const}$$

Theo đề bài: $E_đ = 3E_t$

$$\Rightarrow \quad E = 4E_t \quad \Rightarrow \quad \frac{kA^2}{2} = 4\frac{kx^2}{2}$$

$$\Rightarrow \quad x = \pm\frac{A}{2} = \pm\frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ cm} = \pm 2{,}5\sqrt{2} \text{ cm}$$

***Đáp số: a.*** $E = 5$ J, $E_đ = 5\cos^2\left(100t + \frac{\pi}{4}\right)$(J)

$E_t = 5\cos^2\left(100t + \frac{\pi}{4}\right)$ (J); ***b.*** $x = \pm 2{,}5\sqrt{2}$ cm

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

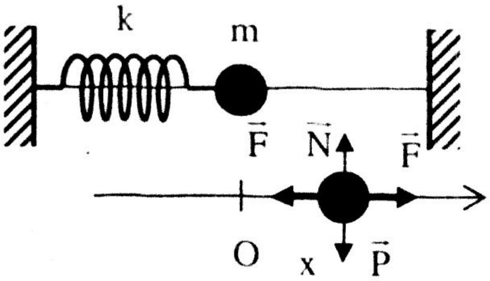
**2.1.** Khảo sát dao động của con lắc lò xo nằm ngang. Tìm công thức của lực kéo về.

**Trả lời**

Xét một con lắc lò xo nằm ngang. Chọn trục tọa độ như hình 2.2:

Khi hòn bi ở vị trí có li độ x bất kì, các lực tác dụng vào hòn bi gồm:

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
LC/12451



Hình 2.2

- Trọng lực $\vec{P}$ của hòn bi.
- Phản lực $\vec{N}$ của thanh ngang.
- Lực đàn hồi $\vec{F}$.

Trong đó trọng lực $\vec{P}$ của hòn bi và phản lực $\vec{N}$ của thanh ngang cân bằng nhau, chỉ còn lực đàn hồi $\vec{F}$ tác dụng lên vật. Lực này tỉ lệ với x nên có biểu thức:

$$\vec{F} = -k\vec{x} \text{ hay } F = -kx$$

Dấu trừ chỉ lực $\vec{F}$ tác dụng ngược chiều với x.

Theo định luật II của Niutơn : $\vec{F} = m\vec{a}$ hay F = ma. Suy ra:

$$a = x'' = -\frac{k}{m}x$$

Đặt : $\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow x'' = -\omega^2 x$

Nghiệm của phương trình có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Với A , ω và φ là các hằng số.

Vậy : con lắc lò xo dao động điều hòa, với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

**2.2.** Nêu công thức tính chu kì của con lắc lò xo.

**Trả lời**

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

**2.3.** Viết công thức của động năng, thế năng và cơ năng của con lắc lò xo. Khi con lắc lò xo dao động thì động năng và thế năng của con lắc biến đổi qua lại như thế nào ?

**Trả lời**

- *Động năng*

$$E_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

- *Thế năng*

$$E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

- *Cơ năng*

$$E = E_đ + E_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = E_{đmax} = E_{tmax} = \text{const}$$

Khi con lắc lò xo dao động điều hòa luôn có sự biến đổi qua lại giữa động năng và thế năng. Nếu động năng tăng thì thế năng giảm và ngược lại, nhưng cơ năng luôn được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.

▽

**2.4.** Chọn đáp án đúng

Công thức tính chu kì dao động của con lắc lò xo là:

A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ B. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

C. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$ D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

**Hướng dẫn giải**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

***Đáp án: D***

**2.5.** Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Lò xo có độ cứng k = 40 N/m. Khi vật m của con lắc đi qua vị trí có li độ x = – 2 cm thì thế năng của con lắc là:

A. – 0,016 J B. – 0,008 J C. 0,016 J D. 0,008 J

**Hướng dẫn giải**

Khi vật m của con lắc đi qua vị trí có li độ x = – 2 cm thì thế năng của con lắc là:

$$E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.40.(-0{,}02)^2 = 0{,}008\text{ J}$$

***Đáp án: D***

**2.6.** Một con lắc lò xo có khối lượng m = 0,4 kg và có độ cứng k = 80 N/m. Con lắc dao động điều hòa với biên độ bằng 0,1 m. Hỏi tốc độ của con lắc khi qua vị trí cân bằng?

A. 0 m/s B. 1,4 m/s C. 2,0 m/s D. 3,4 m/s

**Hướng dẫn giải**

Tốc độ của con lắc khi qua vị trí cân bằng là:

$$v_{CB} = v_{max} = \omega A$$

Trong đó: A = 0,1 m và:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{80}{0{,}4}} = 10\sqrt{2}\text{ rad/s}$$

$$\Rightarrow v_{CB} = v_{max} = \omega A = 10\sqrt{2}\ .\ 0{,}1 = \sqrt{2}\text{ m/s} \approx 1{,}4\text{ m/s}$$

***Đáp án: B***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**2.7.** Chọn câu trả lời đúng

Một quả cầu có khối lượng m = 300 g được treo vào đầu dưới của một lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0$ = 40 cm, độ cứng k = 100 N/m, đầu trên cố định. Lấy g = 10 m/s$^2$. Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là:

A. 43 cm B. 40 cm C. 37 cm D. 30 cm

**2.8.** Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc lò xo thực hiện dao động điều hòa với biên độ $A = x_{max}$. Vị trí vật có thế năng bằng $\frac{1}{3}$ lần động năng cách vị trí cân bằng:

A. $x_{max}$ B. $\frac{x_{max}}{2}$ C. $\frac{x_{max}}{\sqrt{2}}$ D. Một giá trị khác.

**2.9.** Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc lò xo có khối lượng vật nặng m = 1 kg dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với vận tốc cực đại là 0,4 m/s. Khi vật qua vị trí $x_0 = 5\sqrt{2}$ cm thì động năng bằng thế năng của nó. Biết rằng độ biến dạng của lò xo lúc vật qua vị trí cân bằng là 5 cm

A. Lực đàn hồi cực đại của lò xo trong quá trình dao động là 1,6 N.

B. Lực đàn hồi cực đại của lò xo trong quá trình dao động là 2,4 N.

C. Lực đàn hồi cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động là 0,8 N.

D. Cả A và C đều đúng.

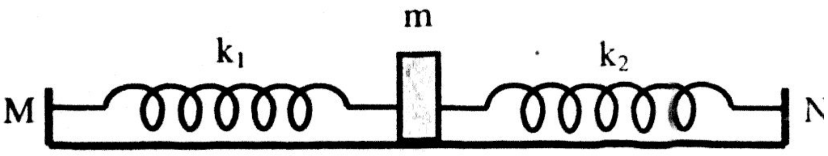
**2.10.** Một lò xo dãn ra 4,0 cm khi treo vào nó vật có khối lượng 2,0 kg. Tính:

a) Độ cứng của lò xo.

b) Chu kì con lắc được tạo thành.

Lấy $g = 9{,}8\ m/s^2$.

**2.11.** Một lò xo có chiều dài l, độ cứng k = 50 N/m được cắt thành hai lò xo có chiều dài $l_1 = l_2$, có độ cứng tương ứng $k_1$, $k_2$ mắc với vật có khối lượng m = 500 g như hình 2.2. Khi ở vị trí cân bằng hai lò xo không bị biến dạng. Kéo vật đến li độ x = – 3 cm rồi truyền vận tốc 80 cm/s hướng về vị trí cân bằng. Khi đó vật dao động điều hòa. Chọn t = 0 là lúc vật có động năng bằng thế năng và nằm ở phía chiều dương của trục tọa độ, đang đi xa khỏi vị trí cân bằng.



**Hình 2.3**

a) Tính chu kì và viết phương trình dao động.

b) Tính lực cực đại và cực tiểu của hệ tác dụng lên điểm M trong quá trình dao động.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**2.7.** ***A***

Độ biến dạng của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là : $\Delta l = \frac{mg}{k} = 3$ cm

Chiều dài của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là: $l_{CB} = l_0 + \Delta l = 43$ cm

**2.8.** ***B***

Theo định luật bảo toàn cơ năng: $E = E_đ + E_t = const$

Mà: $$E_t = \frac{1}{3}E_d \Rightarrow E = 4\,E_t$$

$$\Rightarrow \frac{kA^2}{2} = 4\frac{kx^2}{2} \Rightarrow |x| = \frac{A}{2} = \frac{x_{max}}{2}$$

**2.9.** ***B***

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

Mà: $$E_{d_0} = E_{t_0} \Rightarrow E = 2\,E_{t_0}$$

$$\Rightarrow \frac{kA^2}{2} = 2\frac{kx_0^2}{2} \Rightarrow A = |x_0|\sqrt{2} = 10\text{ cm}$$

$$\omega = \frac{v_{max}}{A} = 4\text{ rad/s} \Rightarrow k = m\omega^2 = 16\text{ N/m}$$

Lực đàn hồi cực đại: $F_{dh\,max} = k\,(|\Delta l| + A) = 16\,.\,(5 + 10)\,.\,10^{-2} = 2{,}4\text{ N}$

Vì A = 10 cm > $|\Delta l|$ = 5 cm nên : $F_{dh\,min} = 0$

**2.10.**

a) Con lắc được tạo thành là con lắc lò xo thẳng đứng nên ta có:

$$k|\Delta l| = mg$$

$$\Rightarrow k = \frac{mg}{|\Delta l|} = \frac{2{,}0.9{,}8}{4{,}0.10^{-2}} = 490\text{ N/m}$$

b) Chu kì con lắc được tạo thành: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2{,}0}{490}} \approx 0{,}4\text{ s}$

***Đáp số: a) k = 490 N/m; b) T = 0,4 s***

**2.11.**

a) Ta có:

$$\text{Vì } l_1 = l_2 = \frac{l}{2} \Rightarrow k_1 = k_2 = 2k = 100\text{ N/m}$$

Trên hình 2.2 hai lò xo $k_1$, $k_2$ mắc song song. Do đó độ cứng tương đương của hệ là:

$$k_{//} = 2\,k_1 = 200\text{ N/m}$$

Chu kì dao động của vật: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{//}}} = \frac{\pi}{10}\text{ s}$

$$\Rightarrow \omega = 20\text{ rad/s}$$

Khi x = – 3 cm; v = 80 cm/s

$$\Rightarrow A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = 5\text{ cm}$$

Theo đề bài khi t = 0: $E_d = E_t$ ; x > 0 ; v > 0

$$\Rightarrow E = 2\,E_t \Rightarrow \frac{kA^2}{2} = 2\frac{kx^2}{2} \Rightarrow x = \frac{A}{\sqrt{2}} = 2{,}5\sqrt{2}\text{ cm}$$

$$\cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \; ; \; \sin\varphi < 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi = -\frac{\pi}{4}$$

Phương trình dao động của vật: $x = 5\cos(20t - \frac{\pi}{4})$ (cm)

b) Lực cực đại và cực tiểu của hệ tác dụng lên điểm M trong quá trình dao động chính là lực đàn hồi cực đại và cực tiểu của lò xo $k_1$.

Vì khi ở vị trí cân bằng hai lò xo không bị biến dạng, tức $\Delta l = 0$ nên:

$$F_{max\,M} = F_{dh1\,max} = k_1A = 100 \,.\, 5.10^{-2} = 5\text{ N}$$

$$F_{min\,M} = F_{dh1\,min} = 0$$

***Đáp số: a)*** $T = \frac{\pi}{10}$ ***s;*** $x = 5\sin(20t + \frac{\pi}{4})$ ***(cm); b)*** $F_{max\,M} = 5$ ***N;*** $F_{min\,M} = 0$

# Bài 3 – CON LẮC ĐƠN

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Phương trình dao động điều hòa***

Khi biên độ góc $\alpha_0 \le 10^0$

$$s = s_0\cos(\omega t + \varphi) \text{ (m; cm)}$$

$$\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi) \text{ (rad)}$$

Trong đó:

$s = l\alpha$ ; $s_0 = l\alpha_0$

$s$ = li độ ; $s_0$ = biên độ

$\alpha$ = li độ góc ; $\alpha_0$ = biên độ góc

***2. Tần số góc – Chu kì – Tần số***

***Khi biên độ góc*** $\alpha_0 \le 10^0$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \; ; \qquad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \; ; \qquad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

***3. Vận tốc***

- ***Khi biên độ góc*** $\alpha_0$ ***bất kì:***
  - ***Khi qua li độ góc α bất kì:***

$$v_\alpha^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

  - ***Khi qua vị trí cân bằng:***

$$\alpha = 0 \;\Rightarrow\; \cos\alpha = 1$$

$$\Rightarrow\; v_{VTCB} = \pm\, v_{max} = \pm\sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$$

  - ***Khi qua vị trí biên:***

$$\alpha = \pm\,\alpha_0 \;\Rightarrow\; \cos\alpha = \cos\alpha_0 \;\Rightarrow\; v_{biên} = 0$$

- *Nếu $\alpha_0 \le 10^0$, thì có thể dùng:*

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} \approx \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_{max} = \alpha_0\sqrt{gl} = \omega s_0$$

$$\Rightarrow v_\alpha = s' = -\omega s_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

### *4. Sức căng dây*

- ***Khi biên độ góc $\alpha_0$ bất kì:***
  - ***Khi qua li độ góc $\alpha$ bất kì:***

$$\tau_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

  - ***Khi qua vị trí cân bằng:*** $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1$

$$\Rightarrow \tau_{VTCB} = \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$$

  - ***Khi qua vị trí biên:*** $\alpha = \pm\alpha_0 \Rightarrow \cos\alpha = \cos\alpha_0$

$$\Rightarrow \tau_{biên} = \tau_{min} = mg\cos\alpha_0$$

- ***Nếu*** $\alpha_0 \le 10^0$: thì có thể dùng:

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\sin^2\frac{\alpha_0}{2} = \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \tau_{max} = mg(1 + \alpha_0^2) \ ; \ \tau_{min} = mg\left(1 - \frac{\alpha_0^2}{2}\right)$$

### *5. Năng lượng dao động*

- ***Khi biên độ góc $\alpha_0$ bất kì***
  - ***Động năng***

$$W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

  - ***Thế năng***

$$W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl(1 - \cos\alpha)$$

  - ***Cơ năng***

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl(1 - \cos\alpha_0) = W_{đmax} = W_{tmax}$$

*Với* : $h_\alpha = l(1 - \cos\alpha)$

- ***Nếu $\alpha_0 \le 10^0$, thì có thể dùng:***

$$1 - \cos\alpha_0 = 2\cos^2\frac{\alpha_0}{2} = \frac{\alpha_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow W = \frac{mgl}{2}\alpha_0^2 = \frac{mg}{2l}s_0^2 = \frac{m\omega^2 s_0^2}{2} = const$$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong khoảng thời gian t, một con lắc có chiều dài dây l thực hiện được 30 dao động. Khi tăng chiều dài của nó thêm 22 cm thì cũng trong khoảng thời gian đó con lắc thực hiện được 25 dao động. Chiều dài l bằng:***

***A. 50 cm*** ***B. 100 cm***

***C. 132 cm*** ***D. Một giá trị khác.***

**Giải**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{t}{N} = \frac{t}{30}$$

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l+22}{g}} = \frac{t}{N'} = \frac{t}{25}$$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l+22}{l}} = \frac{N}{N'} = \frac{30}{25} = \frac{6}{5}$$

$$\Rightarrow 25.(l+22) = 36.l \Rightarrow l = 50\text{ cm}$$

*Đáp án: A*

**Bài 2:** ***Một con lắc đơn có quả nặng khối lượng m = 100 g, dao động với biên độ góc $\alpha_0 = 6^0$ và chu kì $T = \frac{\pi}{5}$ s tại nơi có $g = 10\ m/s^2$.***

***a) Hỏi dao động của con lắc có phải là dao động điều hoà không? Tại sao?***

***b) Viết phương trình dao động của con lắc. Chọn t = 0 khi vật qua vị trí li độ góc $\alpha = \alpha_0$.***

***c) Tính vận tốc và lực căng dây khi vật qua vị trí cân bằng và khi qua vị trí biên.***

**Giải**

a) Vì $\alpha_0 = 6^0 < 10^0 \Rightarrow$ Dao động của con lắc đơn là dao động điều hòa.

b) Phương trình dao động:

$$\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

$$\alpha_0 = 6^\circ = \frac{6\pi}{180} = \frac{\pi}{30};\ \omega = \frac{2\pi}{T} = 10\text{ rad/s}$$

Khi $t = 0:\ \alpha = \alpha_0 \Rightarrow \alpha_0 = \alpha_0\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{30}\cos 10t\ \text{(rad)}$$

c) Ta có:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{10.\left(\frac{\pi}{5}\right)^2}{4\pi^2} = 0,1\ \text{m}$$

- Khi qua vị trí cân bằng:
  + Vận tốc:

$$v_{VTCB} = \pm v_{max} = \alpha_0\sqrt{gl} = \omega\ .\ l\ .\ \alpha_0$$

$$= 10\ .\ 0,1\ .\ \frac{\pi}{30} = \frac{\pi}{30}\ \text{m/s}$$

  + Lực căng dây:

$$\tau_{VTCB} = \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$$

$$= 0,1\ .\ 10\ .\ (3 - 2\cos 6^0) = 1,01\ \text{N}$$

- Khi qua vị trí biên:
  + Vận tốc: $v_{biên} = 0$
  + Lực căng dây:

$$\tau_{biên} = \tau_{min} = mg\cos\alpha_0$$

$$= 0,1\ .\ 10\ .\ \cos 6^0 = 0,99\ \text{N}$$

***Đáp số: a) Dao động điều hòa; b)*** $\alpha = \frac{\pi}{30}\cos 10t$ ***(rad)***

***c)*** $v_{VTCB} = \frac{\pi}{30}$ ***m/s;*** $\tau_{VTCB} = 1,01$ ***N;*** $v_{biên} = 0$***;*** $\tau_{biên} = 0,99$ ***N***

**Bà 3:** ***Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m = 400g, chiều dài dây treo l = 50 cm treo tại một điểm cố định có gia tốc trọng trường g bằng 10 m/s²***$^{}$***. Kéo con lắc khỏi phương thẳng đứng một góc bằng 60***$^0$***, rồi truyền cho vật một vận tốc bằng 1 m/s theo phương vuông góc với dây. Chọn gốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tính:***

***a) động năng, thế năng của con lắc lúc truyền vận tốc.***

***b) năng lượng dao động của con lắc.***

**Giải**

a) Động năng $W_đ$ đã truyền cho con lắc:

$$W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = \frac{1}{2}.0,4.1^2 = 0,2\ \text{J}$$

b) Thế năng của con lắc lúc truyền vận tốc:

$$W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha) = 0,4\ .\ 10\ .\ 0,5\ .\ (1 - \cos 60^0) = 1\ \text{J}$$

c) Cơ năng dao động của con lắc:

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = 1,2\ \text{J}$$

***Đáp số: a)*** $W_{đ\alpha} = 0,2$ ***J;*** $W_{t\alpha} = 1$ ***J; b)*** $W = 1,2$ ***J***

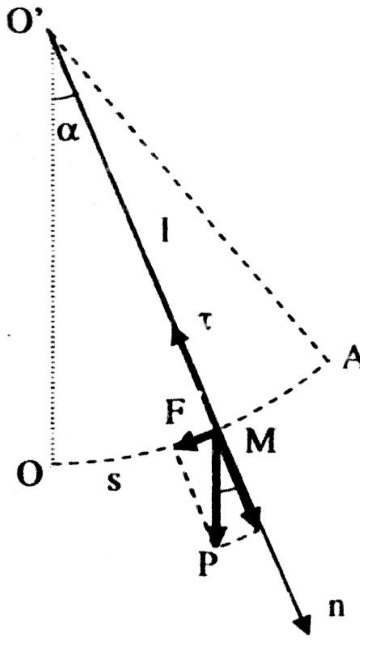
## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**3.1.** Thế nào là con lắc đơn? Khảo sát dao động của con lắc đơn về mặt động lực học. Chứng minh rằng khi dao động nhỏ ($\sin\alpha \approx \alpha$ (rad)), dao động của con lắc đơn là dao động điều hòa.

**Trả lời**

- *Con lắc đơn:*
- *Khảo sát dao động của con lắc đơn về mặt động lực học (SGK trang 16).*
- *Chứng minh:*



**Hình 3.1**

+ Xét dao động của con lắc đơn với góc lệch $\alpha_0 \leq 10^0$ như hình 3.1. Khi đó cung OM = s được coi như dây cung OM với :

$$\sin\alpha \approx \alpha = \frac{s}{l}$$

+ Chọn gốc tọa độ tại VTCB O, Chiều (+) từ trái sang phải.

+ Tại li độ s bất kì ,các lực tác dụng vào quả nặng gồm trọng lực $\vec{P}$ và sức căng dây $\vec{\tau}$. Theo định luật II của Niutơn : $\vec{F} = \vec{P} + \vec{\tau} = m\vec{a}$

+ Chiếu biểu thức trên lên phương tiếp tuyến quĩ đạo, ta có :

$$ma = F = -mg\sin\alpha = -mg\alpha = -mg\frac{s}{l}$$

$$\Rightarrow a = s'' = -\frac{g}{l}s$$

$$\text{Đặt : } \omega^2 = \frac{g}{l} \Rightarrow s'' = -\omega^2 s$$

Phương trình có nghiệm : $s = s_0\cos(\omega t + \varphi)$

Vậy : đối với các dao động biên độ góc nhỏ $\alpha_0 \leq 10^0$, dao động của con lắc đơn được coi là dao động điều hòa (ĐPCM).

**3.2.** Viết công thức tính chu kì của con lắc đơn khi dao động nhỏ.

**Trả lời**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

**3.3.** Viết biểu thức của động năng, thế năng và cơ năng của con lắc đơn ở vị trí có góc lệch α bất kì. Khi con lắc dao động thì động năng, thế năng của con lắc biến thiên như thế nào?

**Trả lời**

- ***Động năng*** $W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$

- *Thế năng*

$$W_{t\alpha} = mgh_{\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha)$$

- *Cơ năng*

$$W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl\,(1 - \cos\alpha_0) = W_{đmax} = W_{tmax}$$

$$\textit{Với}: h_{\alpha} = l\,(1 - \cos\alpha)$$

- Khi con lắc dao động đi càng xa vị trí cân bằng thì động năng giảm, thế năng tăng . Ngược lại, khi tiến về vị trí cân bằng thì động năng tăng, thế năng giảm.

▼

**3.4.** Chu kì của con lắc đơn dao động nhỏ ( $\sin\alpha \approx \alpha$ (rad)) là:

A. $T = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ B. $T = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l}}$

C. $T = \sqrt{2\pi\dfrac{l}{g}}$ D. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$

**Hướng dẫn giải**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

***Đáp án: D***

**3.5.** Một con lắc đơn dao động với biên độ góc nhỏ. Chu kì của con lắc không thay đổi khi:

A. thay đổi chiều dài của con lắc. B. thay đổi gia tốc trọng trường

C. tăng biên độ góc đến $30^0$ D. thay đổi khối lượng của con lắc.

**Hướng dẫn giải**

Chu kì của con lắc không thay đổi khi thay đổi khối lượng của con lắc.

***Đáp án: D***

**3.6.** Một con lắc đơn được thả không vận tốc đầu từ li độ góc $\alpha_0$. Khi con lắc qua vị trí cân bằng thì tốc độ của con lắc bằng bao nhiêu?

A. $\sqrt{gl(1 - \cos\alpha_0)}$ B. $\sqrt{2gl\cos\alpha_0}$

C. $\sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$ D. $\sqrt{gl\cos\alpha_0}$

**Hướng dẫn giải**

- Khi qua li độ góc α bất kì: $v_{\alpha}^2 = 2gl\,(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$
- Khi qua vị trí cân bằng:

$$\alpha = 0 \;\Rightarrow\; \cos\alpha = 1$$

$$\Rightarrow\; |v_{VTCB}| = v_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$$

***Đáp án: C***

**3.7.** Một con lắc đơn dài $l = 2{,}00$ m, dao động điều hòa tại một nơi có gia tốc rơi tự do $g = 9{,}8\ m/s^2$. Hỏi con lắc thực hiện được bao nhiêu dao động toàn phần trong 5,00 phút.

### Hướng dẫn giải

Chu kì dao động điều hòa của con lắc đơn: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 2,84$ s

Số dao động toàn phần con lắc thực hiện trong 5,00 phút:

$$N = \frac{t}{T} = \frac{5,00.60}{2,84} \approx 106 \text{ dao động}$$

***Đáp số: N = 106 dao động***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**3.8.** Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc đơn có dây treo dài 14,4 cm, vật nặng khối lượng 200 g. Từ v trí cân bằng kéo vật đến vị trí dây treo nằm ngang rồi thả cho dao động. Lấy $g = 10$ m/s$^2$. Vận tốc của vật khi qua vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 60^0$ là:

A. 1,2 m/s B. 1,44 m/s C. 2,4 m/s D. 2,88 m/s

**3.9.** Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m = 200 g, chiều dài dây l = 1,2 m. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc $60^0$ rồi buông tay. Lấy $g = 10$ m/s$^2$. Lực căng dây khi vật qua vị trí cao nhất là:

A. 100 N B. 2,4 N C. 2 N D. 1 N

**3.10.** Chọn câu trả lời đúng

Một con lắc đơn có chiều dài dây treo l = 1 m dao động điều hòa với tần số f = 2 Hz. Khi pha dao động bằng $\dfrac{\pi}{4}$ thì li độ của vật là s = 5 cm. Lấy $\pi^2 = 10$

Biên độ góc $\alpha_0$ của vật là:

A. 0,1 rad B. 0,07 rad C. 1 rad D. Một giá trị khác.

**3.11.** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng m = 500 g, được treo ở đầu một sợi dây dài l = 1 m tại nơi có gia tốc rơi tự do $g = 9,8$ m/s$^2$. Bỏ qua mọi ma sát.

a) Tính chu kì của con lắc khi dao động nhỏ.

b) Kéo con lắc lệch đi một góc $\alpha_m = 60^0$ rồi buông tay. Tính tốc độ cực đạ của quả cầu và tốc độ của nó khi con lắc có li độ góc $\alpha = 30^0$.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**3.8.** *A*

$$\alpha = 90^0 : v = 0 \Rightarrow \alpha_0 = 90^0$$

Vận tốc của vật khi qua vị trí dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 60^0$ là:

$$|v_\alpha| = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)} = 1,2 \text{ m/s}$$

**3.9.** ***D***

$$\alpha = 60^0 : \ v = 0 \ \Rightarrow \ \alpha_0 = 60^0$$

Lực căng dây khi vật qua vị trí cao nhất là:

$$\tau_{\text{cao nhất}} = \tau_{\text{biên}} = mg\cos\alpha_0 = 1 \text{ N}$$

**3.10.** ***B***

$$\omega t + \varphi = \frac{\pi}{4} \ ; \ s = s_0\cos(\omega t + \varphi) = 5 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \ s_0 = \frac{s}{\cos(\omega t + \varphi)} = 5\sqrt{2} \text{ cm} \Rightarrow \alpha_0 = \frac{s_0}{l} = 0{,}07 \text{ rad}$$

**3.11.**

a) Chu kì dao động của con lắc khi dao động nhỏ:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 2 \text{ s}$$

b) Tốc độ cực đại của quả cầu là:

$$v_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_m)} = 3{,}13 \text{ m/s}$$

Tốc độ của nó khi con lắc có li độ góc $\alpha = 30^0$:

$$|v_\alpha| = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_m)} = 2{,}68 \text{ m/s}$$

***Đáp số: a) $T = 2$ s; b) $v_{max} = 3{,}13$ m/s; $|v_\alpha| = 2{,}68$ m/s***

# Bài 4 – DAO ĐỘNG TẮT DẦN – DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Dao động tự do***

***a) Định nghĩa***

Dao động tự do là dao động có chu kì hay tần số chỉ phụ vào đặc tính của hệ dao động, không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài. Khi vật dao động tự do có biên độ và tần số riêng không đổi.

***b) Ví dụ***

+ Con lắc lò xo dao động trong điều kiện giới hạn đàn hồi và bỏ qua ma sát.

+ Con lắc đơn dao động với biên độ góc nhỏ tại một địa điểm xác định và bỏ qua ma sát.

***2. Dao động tắt dần***

***a) Định nghĩa***

Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

***b) Nguyên nhân***

Do lực ma sát hay lực cản của môi trường. Các lực này luôn ngược chiều với chiều chuyển động, nên sinh công âm làm giảm cơ năng của vật dao động. Các lực này càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh.

c) ***Ứng dụng của dao động tắt dần***

Trong thực tế đời sống và kỹ thuật có những trường hợp:

+ Dao động tắt dần có lợi, cần thiết cần phải tăng cường nó.

Ví dụ: bộ phận giảm xóc ôtô, xe máy, bộ phận đóng cửa tự động...

+ Dao động tắt dần có hại, phải có biện pháp khắc phục nó.

Ví dụ: đồng hồ quả lắc...

### 3. *Sự duy trì dao động*

- ***Định nghĩa***

Dao động được duy trì bằng cách giữ cho biên độ không đổi mà không làm thay đổi chu kì dao động riêng gọi là dao động duy trì.

- ***Điều kiện để duy trì dao động***

Phải tác dụng một ngoại lực biến thiên tuần hoàn có dạng:

$$F_n = H\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: H = biên độ của ngoại lực; $\omega = 2\pi f$ = tần số góc của ngoại lực; f = tần số của ngoại lực.

Ví dụ: dao động của con lắc trong đồng hồ quả lắc là dao động duy trì.

### 4. *Dao động cưỡng bức*

a) ***Định nghĩa***

Là dao động của hệ dưới tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn, có dạng :

$$F_n = H\cos(\omega t + \varphi)$$

b) ***Đặc điểm***

+ Hệ dao động có tần số bằng tần số f của ngoại lực.

+ có biên độ không đổi và phụ thuộc vào:

- Biên độ của ngoại lực.
- Quan hệ giữa tần số ngoại lực f với tần số riêng của hệ $f_0$.

+ Nếu ngoại lực duy trì lâu dài thì dao động cưỡng bức cũng được duy trì lâu dài với tần số f.

### 5. *Sự cộng hưởng dao động*

a) ***Định nghĩa***

Cộng hưởng dao động là hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng đột ngột và đạt giá trị cực đại khi tần số của ngoại lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động.

Điều kiện cộng hưởng: $f = f_0 \Rightarrow A = A_{max}$

Trong đó:

$f$ = tần số của ngoại lực cưỡng bức.

$f_0$ = tần số riêng của hệ dao động.

$A$ = biên độ của dao động cưỡng bức.

*b) **Đặc điểm***

Biên độ cộng hưởng dao động phụ thuộc vào lực ma sát của môi trường. Biên độ cộng hưởng càng lớn khi lực ma sát của môi trường càng nhỏ (cộng hưởng nhọn) và ngược lại (cộng hưởng tù).

***c) Ứng dụng***

Trong thực tế đời sống và kĩ thuật có những trường hợp:

+ Cộng hưởng có lợi, cần thiết cần phải tăng cường nó.

Ví dụ: Một em bé có thể tác dụng một lực nhỏ để đưa võng cho người lớn, khi lực đó có tần số bằng tần số riêng của võng...

+ Cộng hưởng có hại, phải có biện pháp khắc phục nó.

Ví dụ: Cầu, bệ máy... có tần số riêng $f_0$, nếu chịu tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn có tần số $f \approx f_0$, thì chúng sẽ bị cộng hưởng và dao động với biên độ cực đại, có thể dẫn tới sập cầu, bể bệ máy ...

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn từ thích hợp điền vào chỗ trống cho hợp nghĩa:***

***"Dao động ... là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian. Nguyên nhân ... là do ma sát. Ma sát càng lớn thì sự ... càng nhanh".***

***A. điều hòa*** ***B. tự do***

***C. tắt dần*** ***D. cưỡng bức***

**Giải**

"Dao động *tắt dần* là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian. Nguyên nhân *tắt dần* là do ma sát. Ma sát càng lớn thì sự *tắt dần* càng nhanh".

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một người đang đưa võng. Sau lần kích thích bằng cách đạp chân xuống đất đầu tiên thì người đó nằm yên để cho võng tự chuyển động. Chuyển động của võng trong trường hợp đó là:***

***A. dao động cưỡng bức.*** ***B. tự dao động.***

***C. cộng hưởng dao động.*** ***D. dao động tắt dần.***

**Giải**

Chuyển động của võng trong trường hợp đó là dao động tắt dần.

***Đáp án: D***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một người đi xe đạp chở một thùng nước đi trên một vỉa hè lát bê tông cứ cách 4,5 m có một rãnh nhỏ. Khi người đó chạy với vận tốc 10,8 km/h thì nước trong thùng bị văng tung toé mạnh nhất ra ngoài. Tần số dao động riêng của nước trong thùng là:***

*A.* *1,5 Hz* *B.* $\frac{2}{3}$ *Hz*

*C.* *2,4 Hz* *D.* *Một giá trị khác.*

**Giải**

L = 4,5 m ; v = 10,8 km/h = 3 m/s

Chu kì của ngoại lực cưỡng bức tác dụng lên thùng: $T = \frac{L}{v}$

Điều kiện để nước trong thùng bị văng tung toé mạnh nhất ra ngoài là điều kiện cộng hưởng.

$$T = T_0 \quad \Rightarrow \quad T_0 = T = \frac{L}{v} = 1,5 \text{ s}$$

Tần số dao động riêng của nước trong thùng là: $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{2}{3}$ Hz

***Đáp án:B***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**4.1.** Nêu đặc điểm của dao động tắt dần. Nguyên nhân của nó?

**Trả lời**

- ***Đặc điểm***

  Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

- ***Nguyên nhân***

  Do lực ma sát hay lực cản của môi trường. Các lực này luôn ngược chiều với chiều chuyển động, nên sinh công âm làm giảm cơ năng của vật dao động. Các lực này càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh.

**4.2.** Nêu đặc điểm của dao động duy trì.

**Trả lời**

Dao động được duy trì bằng cách giữ cho biên độ không đổi mà không làm thay đổi chu kì dao động riêng gọi là dao động duy trì.

**4.3.** Nêu đặc điểm của dao động cưỡng bức.

**Trả lời**

- Là dao động của hệ dưới tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn, có dạng :

$$F_n = H\cos(\omega t + \varphi)$$

- Hệ dao động có tần số bằng tần số f của ngoại lực.
- Có biên độ không đổi và phụ thuộc vào:
  - ➢ Biên độ của ngoại lực.
  - ➢ Quan hệ giữa tần số ngoại lực f với tần số riêng của hệ $f_0$.
- Nếu ngoại lực duy trì lâu dài thì dao động cưỡng bức cũng được duy trì lâu dài với tần số f.

**4.4.** Hiện tượng cộng hưởng là gì? Nêu điều kiện để có cộng hưởng? Cho một ví dụ.

**Trả lời**

- ***Định nghĩa***

Cộng hưởng dao động là hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng đột ngột và đạt giá trị cực đại khi tần số của ngoại lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động.

- ***Điều kiện cộng hưởng***

$$f = f_0 \Rightarrow A = A_{max}$$

Trong đó: f = tần số của ngoại lực cưỡng bức.

$f_0$ = tần số riêng của hệ dao động; A = biên độ của dao động cưỡng bức.

- ***Ví dụ***

Trên đường gần những ngã ba, ngã tư hay nơi đông người qua lại thường có những vạch giảm tốc cắt ngang. Mục đích để giảm tốc độ của xe cộ lưu thông. Nếu qua những vạch đó xe vẫn chạy với tốc độ cao sẽ bị xóc rất mạnh ( dễ xảy ra cộng hưởng).

▼

**4.5.** Một con lắc dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kì biên độ giảm 3%. Phần năng lượng của con lắc bị mất trong một dao động toàn phần là bao nhiêu?

A 3% B. 9 % C. 4,5 % D. 6%

**Hướng dẫn giải**

Gọi $A_n$; $A_{n+1}$ là biên độ dao động của con lắc ở chu kì thứ n và n + 1

$E_n$ $E_{n+1}$ là năng lượng dao động của con lắc ở chu kì thứ n và n + 1

Ta có:

$$E_n = \frac{kA_n^2}{2};\ E_{n+1} = \frac{kA_{n+1}^2}{2} = \frac{k(0,97A_n)^2}{2}$$

Với $A_{n+1} = (100 - 3)\%A_n = 97\%A_n = 0,97A_n$

Phần năng lượng mất đi trong trong một dao động toàn phần (trong mỗi chu kì là:

$$\frac{\Delta E_n}{E_n} = \frac{E_n - E_{n+1}}{E_n} = \frac{A_n^2 - A_{n+1}^2}{A_n^2} = 1 - \left(\frac{A_{n+1}}{A_n}\right)^2 = 1 - (0,97)^2 = 0,06 = 6\ \%$$

***Đáp án:***

**4.6.** Một con lắc chiều dài 44 cm được treo ở trần một toa xe lửa, ở phía trên tr bánh xe. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh của toa xe gặp chỗ nối nhau c đường ray. Hỏi tàu chạy thẳng đều với tốc độ bằng bao nhiêu thì biên độ d động của con lắc lớn nhất? Cho biết chiều dài mỗi thanh ray là 12,5 m. L $g = 9,8\ m/s^2$.

A. 10,7 km/h B. 34 km/h C. 106 km/h D. 45 km/h

**Hướng dẫn giải**

L = 12,5 m; l = 44 cm

Điều kiện để con lắc dao động với biên độ lớn nhất là điều kiện cộng hưở dao động. Khi đó: $T = T_0$

Trong đó: T là chu kì của ngoại lực = thời gian xe lửa chạy trên chiều dài c một thanh ray. $T = \frac{L}{v}$ (1)

$T_0$ = chu kì dao động của con lắc. $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 1,33\ s$

Tốc độ của xe lửa trong trường hợp đó là: $v = \frac{L}{T_0} = 9,4\ m/s = 34\ km/h$

***Đáp án:***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**4.7.** Chọn câu trả lời đúng

Bộ phận đóng, khép cửa ra vào tự động là ứng dụng của:

A. dao động cưỡng bức. B. tự dao động.

C. cộng hưởng dao động. D. dao động tắt dần.

**4.8.** Chọn câu trả lời đúng

Một vật dao động tắt dần có cơ năng ban đầu $E_0 = 0,5$ J. Cứ sau một chu dao động thì biên độ giảm 2%. Phần năng lượng mất đi trong chu kì đầu là:

A. 480,2 mJ B. 19,8 mJ

C. 480,2 J D. 19,8 J

**4.9.** Chọn câu trả lời đúng

Điều kiện cần của cộng hưởng dao động là:

A. Hệ phải dao động tự do. B. Hệ phải dao động cưỡng bức.

C. Hệ phải dao động tắt dần. D. Hệ phải dao động điều hòa.

**4.10.** Chọn câu trả lời đúng

Một chiếc xe đẩy hàng trong siêu thị có khối lượng m = 12 kg được đặt tr bốn bánh xe, mỗi bánh gắn một lò xo có cùng độ cứng k = 100 N/m. Xe ch trên đường lát bê tông cứ cách 4 m gặp một rãnh nhỏ. Hỏi với vận tốc n thì xe bị rung mạnh nhất?

A. 0,92 m/s B. 1,8 m/s

C. 3,64 m/s D. Một giá trị khác.

## . GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

.7. *D*

Bộ phận đóng, khép cửa ra vào tự động là ứng dụng của dao động tắt dần.

.8. *B*

$$E_0 = \frac{kA^2}{2}\ ;\ E_1 = \frac{kA_1^2}{2}$$

$$\text{Với } A_1 = (100 - 2)\%A = 98\%A = 0{,}98A$$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E} = \left(\frac{A_1}{A}\right)^2 = 0{,}9604 \Rightarrow E_1 = 0{,}4802\ J$$

Phần năng lượng mất đi trong chu kì đầu là:

$$\Delta E = E_0 - E_1 = 0{,}0198\ J = 19{,}8\ mJ$$

.9. *B*

Điều kiện cần của cộng hưởng dao động là hệ phải dao động cưỡng bức.

.10. *C*

Xe giống như một con lắc lò xo gồm 4 lò xo mắc song song. Do đó chu kì của xe là:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}} = 2\pi\sqrt{\frac{12}{4.100}} \approx 1{,}1\ s$$

Chu kì của ngoại lực cưỡng bức tác dụng lên xe: $T = \frac{L}{v}$

Điều kiện để xe bị rung mạnh nhất là điều kiện cộng hưởng: $T = T_0$

Vận tốc để xe bị rung mạnh nhất là: $v = \frac{L}{T_0} = 3{,}64\ m/s \approx 13\ km/h$

## Bài 5

# TỔNG HỢP HAI DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ CÙNG PHƯƠNG, CÙNG TẦN SỐ – PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ FRE–NEN

## . KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Phương pháp véctơ quay***

*Dựa trên tính chất:* Dao động điều hòa có thể xem là chuyển động của hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên một trục trùng với đường kính của đường tròn.

2. ***Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số***

Giả sử một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

Dao động tổng hợp là:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

### *3. Ảnh hưởng của độ lệch pha*

Nếu hai dao động thành phần:

- Cùng pha $\Delta\varphi = 2k\pi$ thì :

$$A = A_1 + A_2;\ \varphi = \varphi_1 = \varphi_2$$

- Ngược pha $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ thì :

$$A = A_1 - A_2;\ \varphi = \varphi_1 \text{ nếu } A_1 > A_2$$
$$A = A_2 - A_1;\ \varphi = \varphi_2 \text{ nếu } A_2 > A_1$$

- Lệch pha nhau bất kì thì:

$$|A_1 - A_2| \le A \le A_1 + A_2.$$

### *4. Tổng hợp n dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số*

Giả sử một vật thực hiện đồng thời n dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$
$$\ldots$$
$$x_n = A_n\cos(\omega t + \varphi_n)$$

Dao động tổng hợp là:

$$x = x_1 + x_2 + \ldots + x_n = A\cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

+ Thành phần trên trục nằm ngang Ox:

$$A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + \ldots + A_n\cos\varphi_n$$

+ Thành phần trên trục thẳng đứng Oy:

$$A_y = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + \ldots + A_n\sin\varphi_n$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}\ ;\ \tan\varphi = \frac{A_y}{A_x}$$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Một vật có khối lượng** $m = 10g$ **thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số** $f = 5$ Hz, **biên độ** $A_1 = 8$ cm **và pha ban đầu** $\varphi_1 = \frac{\pi}{3}$, $A_2 = 4$ cm, $\varphi_2 = \pi$.*

*a) **Viết phương trình dao động của hai dao động đó.***

*b) **Dùng phương pháp giản đồ vectơ quay để xác định dao động tổng hợp của hai dao động trên.***

*c) **Tính lực tác dụng gây ra chuyển động của vật ở thời điểm** $\frac{1}{20}$ s.*

Giải

a) Phương trình dao động của hai dao động thành phần:

$$x_1 = 8\cos(10\pi t + \frac{\pi}{3})\ (\text{cm})$$

$$x_2 = 4\cos(10\pi t + \pi)\ (\text{cm})$$

b) Xác định dao động tổng hợp bằng phương pháp véctơ quay:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(10\pi t + \varphi)$$

Trong đó: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi} = 4\sqrt{3}$ cm

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = +\infty \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$x = 4\sqrt{3}\cos(10\pi t + \frac{\pi}{2})\ (\text{ cm})$$

c) Lực tác dụng gây ra chuyển động ở thời điểm $t = \frac{1}{20}$ s: $F = m\omega^2|x|$

Khi $t = \frac{1}{20}$ s: $x = 4\sqrt{3}\cos(10\pi.\frac{1}{20} + \frac{\pi}{2}) = -4\sqrt{3}$ cm

$$\Rightarrow F = 10.10^{-3}(10\pi)^2.\left|-4\sqrt{3}.10^{-2}\right| = 0,4\sqrt{3}\ \text{N}$$

***Đáp số:** a)* $x_1 = 8\cos(10\pi t + \frac{\pi}{3})$ (cm); $x_2 = 4\cos(10\pi t + \pi)$ (cm)

*b)* $x = 4\sqrt{3}\cos(10\pi t + \frac{\pi}{2})$ ( cm); *c)* $F = 0,4\sqrt{3}$ N

**Bài2:** ***Xác định dao động tổng hợp của các dao động thành phần sau:***

$$x_1 = 5\cos 10t\,(cm) \quad ; \quad x_2 = 5\cos(10t + \frac{\pi}{2})(cm)$$

*và* $x_3 = 10\cos(10t - \frac{\pi}{2})(cm)$

**Giải**

Từ giản đồ véctơ trên hình 5.1 ta có:

$$x = x_1 + x_2 + x_3 = A\cos(10t + \varphi)$$

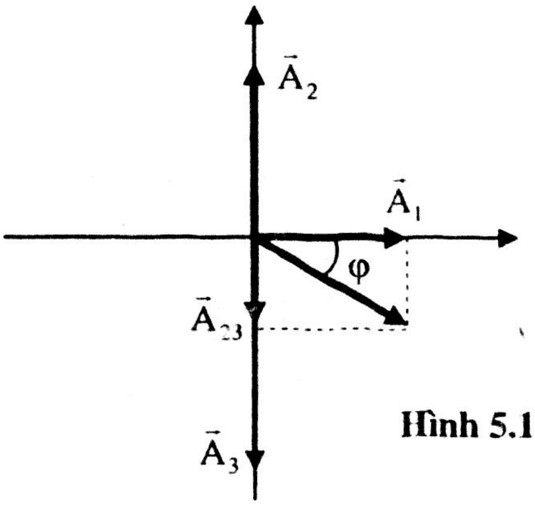
Trong đó:

$$A = \sqrt{A_1^2 + (A_2 - A_3)^2} = 5\text{ cm}$$

$$\tan\varphi = \frac{A_2 - A_3}{A_1} = -1$$

$$\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow x = 5\cos(10t - \frac{\pi}{4})$$

(cm)



Hình 5.1

***Đáp số:*** *$x = 5\cos(10t - \frac{\pi}{4})$ (cm)*

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:***

$$x_1 = 4\sin(3\pi t + \frac{\pi}{2})\ (cm) \quad và \quad x_2 = 2\cos 3\pi t\ (cm)$$

***Vận tốc của vật tại thời điểm $t = \frac{1}{6}$ s là:***

***A. 0 cm/s B. −18π cm/s C. 18π cm/s D. 6π cm/s***

**Giải**

$$x_1 = 4\sin(3\pi t + \frac{\pi}{2}) = 4\cos 3\pi t \text{ (cm)}$$

$$x = x_1 + x_2 = 4\cos 3\pi t + 2\cos 3\pi t$$

$$\Rightarrow x = 6\cos 3\pi t \text{ (cm)}$$

$$v = x' = -18\pi\sin 3\pi t \text{ ( cm/s)}$$

Khi $t = \frac{1}{6}$ s : $v = x' = -18\pi\sin 3\pi.\frac{1}{6} = -18\pi$ ( cm/s)

***Đáp án: B***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**5.1.** Nêu cách biểu diễn một dao động điều hoà bằng một véc tơ quay.

**Trả lời**

Giả sử cần biểu diễn một dao động điều hòa: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

+ Vẽ hệ trục Oxy hình 5.2.

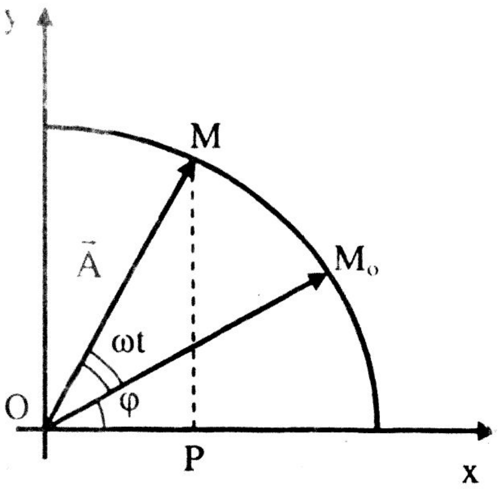
+ Vẽ vectơ $\vec{A}$ có :

- gốc O.
- độ dài bằng A.
- hợp với Ox một góc φ khi t = 0.

+ Cho $\vec{A}$ quay đều quanh O với vận tốc góc ω theo chiều dương, thì chuyển động của hình chiếu của ngọn véctơ $\vec{A}$ lên trục xx' là một dao động điều hòa:

$x = \overline{OP} = A\cos(\omega t + \varphi)$

*Vậy $\vec{A}$ biểu diễn cho một dao động điều hòa.*



Hình 5.2

**5.2.** Trình bày phương pháp giản đồ véctơ để tìm dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

**Trả lời**

+ Giả sử một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa có dạng:

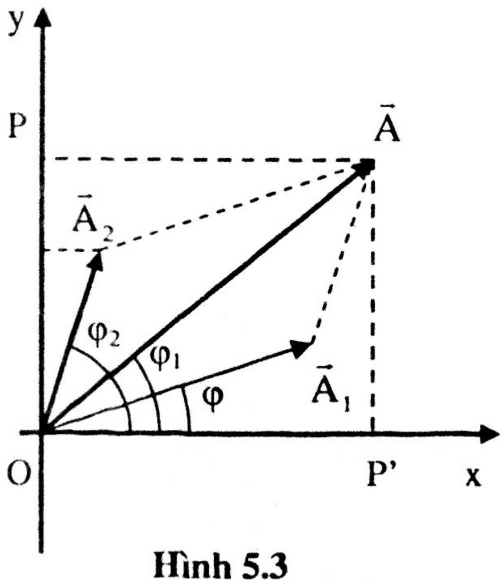
$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$

+ Dùng phương pháp giản đồ vectơ vẽ hai vectơ như hình 5.3.

* $\vec{A}_1$ có gốc O, độ dài $A_1$, góc tạo với trục Ox một góc $\varphi_1$.

* $\vec{A}_2$ có gốc O, độ dài $A_2$, góc tạo với trục Ox góc $\varphi_2$.

+Vẽ $\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$ theo qui tắc hình bình hành ; $\vec{A}$ hợp với Ox góc φ.



Hình 5.3

+ Cho $\vec{A}_1$ và $\vec{A}_2$ quay đều quanh O với cùng vận tốc góc ω theo chiều dương thì *hình bình hành $OA_1AA_2$ không biến dạng* ⇒ $\vec{A}$ cũng quay với cùng vận tốc góc ω ⇒ $\vec{A}$ là vectơ quay biểu diễn cho một dao động điều hòa:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

+ Từ hình 5.3. ta thu được :

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

*Kết luận : dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số là một dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.*

**5.3.** Nêu ảnh hưởng của độ lệch pha $(\varphi_2 - \varphi_1)$ đến biên độ của dao động tổng hợp trong các trường hợp:

a) Hai dao động thành phần cùng pha.

b) Hai dao động thành phần ngược pha.

c) Hai dao động thành phần có pha vuông góc ($\varphi_2 - \varphi_1 = \pm\frac{\pi}{2} + 2n\pi$).

**Trả lời**

a) Hai dao động thành phần cùng pha:

$$\Delta\varphi = 2n\pi \text{ thì : } A = A_1 + A_2$$

b) Hai dao động thành phần ngược pha:

$$\Delta\varphi = (2n+1)\pi \text{ thì : } A = |A_1 - A_2|$$

c) Hai dao động thành phần có pha vuông góc ($\varphi_2 - \varphi_1 = \pm\frac{\pi}{2} + 2n\pi$).

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$$

**5.4.** Hai dao động là ngược pha khi:

A. $\varphi_2 - \varphi_1 = 2n\pi$

B. $\varphi_2 - \varphi_1 = n\pi$

C. $\varphi_2 - \varphi_1 = (n-1)\pi$

D. $\varphi_2 - \varphi_1 = (2n-1)\pi$

**Hướng dẫn giải**

Hai dao động là ngược pha khi:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = (2n-1)\pi$$

***Đáp án: D***

**5.5.** Xét một véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ có những đặc điểm sau:

- Có độ lớn bằng hai đơn vị chiều dài.
- Quay quanh O với tốc độ góc 1 rad/s.
- Tại thời điểm t = 0, véctơ $\overrightarrow{OM}$ hợp với trục quay Ox một góc $30^0$.

Hỏi véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ biểu diễn phương trình của dao động điều hòa nào?

A. $x = 2\cos(t - \frac{\pi}{3})$

B. $x = 2\cos(t + \frac{\pi}{6})$

C. $x = 2\cos(t - 30^0)$

D. $x = 2\cos(t + \frac{\pi}{3})$

**Hướng dẫn giải**

Véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ có những đặc điểm sau:

- Có độ lớn bằng hai đơn vị chiều dài $\Rightarrow A = 2$
- Quay quanh O với tốc độ góc 1 rad/s $\Rightarrow \omega = 1$ rad/s
- Tại thời điểm t = 0, véctơ $\overrightarrow{OM}$ hợp với trục quay Ox một góc$30^0$

$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6} \Rightarrow$ Véctơ quay $\overrightarrow{OM}$ biểu diễn phương trình của dao động điều hòa:

$$x = 2\cos(t + \frac{\pi}{6})$$

***Đáp án: B***

**5.6.** Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số góc $\omega = 5\pi$ rad/s với các biên độ:

$x_{1m} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ cm , $x_{2m} = \sqrt{3}$ cm và pha ban đầu tương ứng $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$ và $\varphi_2 = \frac{5\pi}{6}$.

Tìm phương trình dao động tổng hợp của hai dao động trên.

**Hướng dẫn giải**

Phương trình dao động của hai dao động thành phần:

$$x_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}\cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})\,(cm)\ ;\quad x_2 = \sqrt{3}\cos(5\pi t + \frac{5\pi}{6})\,(cm)$$

Xác định dao động tổng hợp bằng phương pháp véctơ quay:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(5\pi t + \varphi)$$

Trong đó: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi} = \sqrt{5{,}25}$ cm

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{\sqrt{3}}{-\frac{\sqrt{3}}{2}} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = \frac{131\pi}{180} \approx 0{,}73\pi \text{ rad}$$

$$x = \sqrt{5{,}25}\cos(5\pi t + \frac{131\pi}{180})\,(cm)$$

***Đáp số:*** $x = \sqrt{5{,}25}\cos(5\pi t + \frac{131\pi}{180})\,(cm)$

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**5.7.** Chọn câu trả lời đúng

Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa có phương trình:

$$x_1 = 7{,}5\sin 5\pi t\ (cm) \quad \text{và} \quad x_2 = 10\cos 5\pi t\ (cm)$$

Biên độ của dao động tổng hợp là:

A. 5 cm B. 7,5 cm C. 12,5 cm D. 25 cm

**5.8.** Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số $x_1$, $x_2$. Biết phương trình của dao động thứ nhất là: $x_1 = 7\cos(\pi t + \frac{\pi}{3})$ (cm)

và phương trình của dao động tổng hợp: $x = 4\cos(\pi t + \frac{4\pi}{3})$ (cm)

Phương trình của $x_2$ là:

A. $x_2 = 3\cos(\pi t + \frac{\pi}{3})$ (cm) B. $x_2 = 11\cos(\pi t + \frac{\pi}{3})$ (cm)

C. $x_2 = 3\cos(\pi t + \frac{4\pi}{3})$ (cm) D. $x_2 = 11\cos(\pi t + \frac{4\pi}{3})$ (cm)

**5.9.** Chọn câu trả lời đúng

Một vật có khối lượng m, thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$$x_1 = 3\cos(\omega t + \frac{\pi}{6})\ (cm) \quad \text{và} \quad x_2 = 8\cos(\omega t - \frac{5\pi}{6})\ (cm)$$

Khi vật qua li độ $x = 4$ cm thì vận tốc của vật $v = 30$ cm/s. Tần số góc dao động tổng hợp của vật là:

A. 6 rad/s B. 10 rad/s C. 20 rad/s D. 100 rad/s

**5.10.** Chọn câu trả lời đúng

Một vật có khối lượng m = 500 g, thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$$x_1 = 10\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})(cm) \qquad x_2 = 10\sin(2\pi t - \frac{\pi}{4})(cm)$$

Lấy $\pi^2 = 10$. Năng lượng dao động của vật là:

A. 20 mJ B. 0,2 J C. 0,4 J D. 2000 J

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**5.7.** ***C***

$$x_1 = 7{,}5\sin 2\pi t = 7{,}5\cos(2\pi t - \frac{\pi}{2})\ cm)$$

$$x_2 = 10\cos 2\pi t\ (cm)$$

$\Rightarrow \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow$ Hai véc tơ quay $\overrightarrow{A_1} \perp \overrightarrow{A_2}$ biểu diễn cho hai dao động điều hòa $x_1, x_2$. Áp dụng định lí Pitago, biên độ của dao động tổng hợp là: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 12{,}5$ cm

**5.8.** ***D***

$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_1 = \pi \Rightarrow x_1$ và x ngược pha

$\Rightarrow \vec{A}_1$ và $\vec{A}$ cùng phương, ngược chiều; mà $A_1 = 7$ cm, $A = 4$ cm

$\Rightarrow \vec{A}_2$ cùng phương, ngược chiều với $\vec{A}_1$ và có độ lớn:

$$A_2 = A_1 + A = 11\ cm\ ;\ \text{pha ban đầu}\ \varphi_2 = \varphi = \frac{4\pi}{3}$$

Do đó: $x_2 = 11\cos(\pi t + \frac{4\pi}{3})\ (cm)$

**5.9.** ***B***

$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \pi \Rightarrow x_1$ và $x_2$ ngược pha $\Rightarrow \vec{A}_1$ và $\vec{A}_2$ cùng phương, ngược chiều.

Biên độ dao động tổng hợp là: $A = A_2 - A_1 = 5$ cm

Áp dụng công thức độc lập: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow \omega = \frac{|v|}{\sqrt{A^2 - x^2}} = 10$ rad/s

**5.10.** ***B***

- Phương trình dao động tổng hợp của vật là:

$$x = x_1 + x_2 = 10[\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4}) + \sin(2\pi t - \frac{\pi}{4})]$$

$$\Rightarrow x = 10\sqrt{2}\sin 2\pi t \ (\text{cm})$$

Năng lượng dao động của vật là:

$$E = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = \frac{0,5.(2\pi)^2(10\sqrt{2}.10^{-2})^2}{2} = 0,2 \text{ J}$$

# CHƯƠNG II - SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

## Bài 7 - SÓNG CƠ VÀ SỰ TRUYỀN SÓNG CƠ

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Định nghĩa sóng cơ***

Sóng cơ học là sự lan truyền của dao động (cơ học) trong một môi trường.

***2. Sóng dọc và sóng ngang***

+ Sóng dọc: là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng.

Ví dụ: sóng âm.

+ Sóng ngang : là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

Ví dụ: sóng truyền trên mặt nước.

***3. Các đại lượng đặc trưng của sóng***

***a) Vận tốc sóng***

v = vận tốc truyền pha dao động.

Trong một môi trường xác định v = const.

***b) Chu kì và tần số sóng***

Chu kì sóng = chu kì dao động = chu kì của nguồn sóng.

Tần số sóng = tần số dao động = tần số của nguồn sóng.

$$f = \frac{1}{T}$$

***c) Bước sóng***

λ = quãng đường sóng truyền trong một chu kì = khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

*d) **Biên độ sóng A***

$$A_{sóng} = A_{dao\ động} = A$$

*e) **Năng lượng sóng W***

$$W_{sóng} = W_{dđ} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

*f) **Độ lệch pha***

- *Tổng quát*

  Nếu hai điểm M, N bất kì trong môi trường truyền sóng cách nguồn O lần lượt là $d_M$ và $d_N$ :

$$\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{d_N - d_M}{\lambda}$$

- *Đặc biệt*

  Nếu hai điểm M, N nằm trên cùng một phương truyền sóng:

$$\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{MN}{\lambda}$$

### *4. Phương trình sóng*

Phương trình sóng tại một điểm trong môi trường truyền sóng là phương trình dao động của điểm đó.

Giả sử phương trình sóng tại nguồn O : $u_0 = A\cos\omega t$

Thì phương trình sóng tại một điểm M cách O một khoảng x là:

$$u_M = A_M\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

### *5. Tính tuần hoàn của sóng*

- Tại một điểm M xác định trong môi trường:

  x = const : $u_M$ là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kì T.
- Tại một thời điểm xác định:

  t = const : $u_M$ là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kì λ.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Một sóng âm có tần số 425 Hz lan truyền trong không khí với vận tốc 340 m/s. Độ lệch pha của sóng âm tại hai điểm M, N cách nhau 0,4 m trên cùng một phương truyền sóng là:***

***A.*** $\frac{\pi}{4}$ ***rad*** ***B.*** $\frac{\pi}{2}$ ***rad*** ***C.*** $\pi$ ***rad*** ***D.*** $\frac{3\pi}{4}$ ***rad***

**Giải**

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 0{,}8\ m$

Độ lệch pha giữa M, N nằm trên cùng một phương truyền sóng:

$$\Delta_{MN} = 2\pi\frac{MN}{\lambda} = \pi\ rad$$

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một sóng cơ học có tần số 50 Hz lan truyền dọc theo một sợi dây dài vô hạn. Biết rằng sau 4 s sóng truyền đi được 20 m dọc theo dây. Bước sóng là:***

***A. 1 cm*** ***B. 10 cm***

***C. 1 m*** ***D. 10 m***

**Giải**

Vận tốc truyền sóng trên dây: $v = \frac{s}{t} = \frac{20}{4} = 5\ m/s$

Bước sóng là: $\lambda = \frac{v}{f} = 10\ cm$

***Đáp án: B***

**Bài 3:** ***Một sóng cơ học truyền từ điểm M đến điểm O rồi đến điểm N trên cùng một phương truyền sóng với vận tốc không đổi v = 24 m/s. Cho OM = 1 m và ON = 0,5m. Phương trình dao động tại điểm O là:***

$$u_0 = 4\cos\left(2\pi ft - \frac{\pi}{6}\right)(cm)$$

***Hai điểm gần nhau nhất cách nhau 2 m trên cùng một phương truyền sóng thì dao động lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$ rad. Coi biên độ sóng luôn không đổi.***

***a) Xác định tần số sóng f.***

***b) Viết phương trình sóng tại điểm M và N.***

**Giải**

a) Tần số sóng: $d = 2\ m$ ; $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi d}{\Delta\varphi} = 6\ m \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = 4\ Hz$$

b) Phương trình sóng:

$$u_M = 4\cos\left(2\pi ft - \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi d_M}{\lambda}\right)(cm)$$

$$d_M = OM = 1m \Rightarrow \frac{2\pi d_M}{\lambda} = \frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow u_M = 4\cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(cm)$$

Tương tự: $$u_N = 4\cos\left(2\pi ft - \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi d_N}{\lambda}\right)(cm)$$

$$d_N = ON = 0{,}5\ m \Rightarrow \frac{2\pi d_N}{\lambda} = \frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow u_N = 4\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(cm)$$

***Đáp số:*** ***a.*** $f = \frac{v}{\lambda} = 4\ Hz$; ***b.*** $u_M = 4\cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(cm)$ ; $u_N = 4\cos\left(8\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(cm)$

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**7.1.** Sóng cơ học là gì?

**Trả lời**

Sóng cơ học là sự lan truyền dao động cơ học trong một môi trường đàn hồi.

**7.2.** Thế nào là sóng ngang? Thế nào là sóng dọc?

**Trả lời**

+ Sóng dọc : là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng.

+ Sóng ngang : là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

**7.3.** Bước sóng là gì?

**Trả lời**

Bước sóng λ là quãng đường sóng truyền trong một chu kì hay là khoảng cách giữ hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha.

Từ công thức: $$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

Trong đó: T và f không phụ thuộc môi trường; Còn v phụ thuộc môi trường.

⇒ Bước sóng phụ thuộc vào môi trường truyền sóng.

**7.4.** Viết phương trình sóng.

**Trả lời**

Giả sử phương trình sóng của nguồn O là: $u_O = A_O\cos 2\pi\frac{t}{T}$

thì phương trình sóng tại một điểm M bất kì trong môi trường cách O mộ

khoảng x là: $$u_M = A_M\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

**.5.** Tại sao ta nói sóng vừa có tính tuần hoàn theo thời gian, vừa có tính tuần hoàn trong không gian?

**Trả lời**

Phương trình sóng tại một điểm M bất kì trong môi trường cách O một khoảng x là :

$$u_M = A_M\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

- Tại một điểm M xác định trong môi trường:
  $x = const$ : $u_M$ là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kì T.
- Tại một thời điểm xác định:
  $t = const$ : $u_M$ là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kì λ.

*Vậy: sóng vừa có tính tuần hoàn theo thời gian với chu kì T, vừa có tính tuần hoàn trong không gian với chu kì λ.*

▽

**.6.** Chọn câu đúng

Sóng cơ là gì?

A. Là dao động đang lan truyền trong một môi trường.

B. Là dao động của mọi điểm trong một môi trường.

C. Là một dạng chuyển động đặc biệt của một môi trường.

D. Là sự truyền chuyển động trong một môi trường.

**Hướng dẫn giải**

Sóng là dao động đang lan truyền trong một môi trường.

***Đáp án: A***

**.7.** Chọn câu đúng.

A. Sóng dọc là sóng truyền dọc theo một sợi dây.

B. Sóng dọc là sóng truyền theo phương thẳng đứng, còn sóng ngang là sóng truyền theo phương nằm ngang.

C. Sóng dọc là sóng trong đó, phương dao động (của các phần tử của môi trường) trùng với phương truyền.

D. Sóng dọc là sóng truyền theo trục tung, còn sóng ngang là sóng truyền theo trục hoành.

**Hướng dẫn giải**

Sóng dọc là sóng trong đó, phương dao động (của các phần tử của môi trường) trùng với phương truyền.

***Đáp án: C***

**.8.** Trong thí nghiệm hình 7.1SGK, cần rung dao động với tần số 50 Hz. Ở một thời điểm t, người ta đo được đường kính 5 gợn sóng liên tiếp lần lượt bằng: 12,4; 14,3; 16,35; 18,3 và 20,45 cm. Tính tốc độ truyền sóng.

**Hướng dẫn giải**

Trong thí nghiệm trên, khoảng cách giữa hai gợn sóng liên tiếp là bước sóng λ. Vậy giá trị trung bình của bước sóng λ được tính bởi công thức:

$$\bar{\lambda} = \frac{(14,3-12,4)+(16,35-14,3)+(18,3-16,43)+(20,45-18,3)}{2.4} = \frac{20,45-12,4}{2.4}$$

$$\bar{\lambda} = 1,00625 \text{ cm}$$

Tốc độ truyền sóng bằng:

$$v = \bar{\lambda}\ .\ f = 50,3125 \text{ cm/s} \approx 0,5 \text{ m/s}$$

***Đáp số: v = 0,5 m/s***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**7.9.** Chọn câu trả lời đúng

Để phân loại sóng ngang hay sóng dọc người ta dựa vào:

A. vận tốc truyền sóng và bước sóng.

B. phương truyền sóng và tần số sóng.

C. phương dao động và vận tốc truyền sóng.

D. phương dao động và phương truyền sóng.

**7.10.** Chọn câu trả lời đúng

Một sóng truyền trên mặt biển có bước sóng λ = 6 m. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động lệch pha nhau $45^0$ là:

A. 0,75 m B. 1,5 m

C. 3 m D. Một giá trị khác.

**7.11.** Một âm thoa ở đầu có gắn một mũi nhọn, mũi này tiếp xúc nhẹ với mặt một chất lỏng. Gõ nhẹ cho âm thoa rung động, thì thấy khoảng cách từ một gợn sóng đến gợn thứ 10 ở xa mũi nhọn hơn là 2 cm. tần số âm thoa là 100 Hz. Tính vận tốc truyền sóng.

**7.12.** Chọn câu trả lời đúng

Một sóng cơ học lan truyền trong một môi trường vật chất tại một điểm cách nguồn x (m) có phương trình sóng: $u = 4\sin\left(\frac{\pi}{4}t - \frac{3\pi}{4}x\right)$ (cm)

Vận tốc truyền sóng trong môi trường đó có giá trị:

A. 3 m/s B. 1,5 m/s C. 1 m/s D. $\frac{1}{3}$ m/s

**7.13.** Chọn câu trả lời đúng

Một sợi dây đàn hồi, mảnh, rất dài có đầu O dao động với tần số f thay đổi được trong khoảng từ 40 Hz đến 53 Hz, theo phương vuông góc với sợi dây. Sóng tạo thành lan truyền trên dây với vận tốc không đổi v = 5 m/s. Tần số f để điểm M cách O một khoảng bằng 20 cm luôn dao động cùng pha với O là:

A. 12,5 Hz B. 25 Hz C. 50 Hz D. 75 Hz

**7.14.** Chọn câu trả lời đúng

Một sóng cơ học có tần số dao động là 400 Hz, lan truyền trong không khí với vận tốc là 200 m/s. Hai điểm M, N cách nguồn sóng lần lượt là $d_1 = 45$ cm và $d_2$. Biết pha của sóng tại điểm M sớm pha hơn tại điểm N là π rad. Giá trị của $d_2$ bằng:

A. 20 cm B. 65 cm C. 70 cm D. 145 cm .

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**7.9.** *D*

Để phân loại sóng ngang hay sóng dọc người ta dựa vào phương dao động và phương truyền sóng.

**7.10.** *A*

Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động lệch pha nhau $45^0$ thỏa:

$$\Delta\varphi_{MN} = \frac{2\pi(MN)_{min}}{\lambda} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow (MN)_{min} = \frac{\lambda}{8} = 0,75 \text{ m}$$

**7.11.**

Khoảng cách từ một gợn sóng đến gợn thứ 10 ở xa mũi nhọn hơn là 10λ. Tức là: $d = 10\lambda = 2 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 0,2 \text{ cm}$

Vận tốc truyền sóng bằng:

$$v = \lambda \,.\, f = 0,2 \,.\, 100 = 20 \text{ cm/s}$$

***Đáp số: v = 20 cm/s***

**7.12.** *D*

$$u = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}t - 2\pi\frac{x}{\lambda}\right) (\text{cm}) = 4\sin\left(\frac{\pi}{4}t - \frac{3\pi}{4}x\right) (\text{cm})$$

$$\Rightarrow T = 8 \text{ s} \;;\; \lambda = \frac{8}{3} \text{ m} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1}{3} \text{ m/s}$$

**7.13.** *C*

Điều kiện để điểm M cách O một khoảng bằng 20 cm luôn dao động cùng pha với O là:

$$\Delta\varphi_{OM} = 2\pi\frac{OM}{\lambda} = 2\pi\frac{OM.f}{v} = 2k\pi \Rightarrow f = \frac{kv}{OM} = 25k; \text{ Với } k \in Z$$

Theo đề bài: $40 \text{ Hz} \le f \le 53 \text{ Hz} \Rightarrow 40 \text{ Hz} \le 25k \le 53 \text{ Hz}$

$$\Rightarrow 1,6 \le k \le 2,12 \Rightarrow k = 2 \Rightarrow f = 25k = 50 \text{ Hz}$$

**7.14.** *C*

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$

Độ lệch pha của sóng tại M và N là:

$$\Delta\varphi_{MN} = 2\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \pi \Rightarrow d_2 = d_1 + \frac{\lambda}{2} = 70 \text{ cm}$$

# Bài 8 – SỰ GIAO THOA

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Định nghĩa***

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng có cùng tần số, có hiệu pha không phụ thuộc vào thời gian khi gặp nhau tại một điểm có thể tăng cường nhau hoặc triệt tiêu nhau.

***2. Nguồn kết hợp***

Hai nguồn kết hợp là hai nguồn sóng có:

+ Cùng tần số.

+ Cùng pha hay có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

Hai nguồn kết hợp cùng pha gọi là hai nguồn đồng bộ.

***3. Sóng kết hợp***

Sóng kết hợp là sóng do các nguồn kết hợp tạo ra. Hai sóng kết hợp phải thỏa điều kiện:

+ Cùng tần số.

+ Tại mỗi điểm mà hai sóng gặp nhau phải có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

***4. Phương trình giao thoa sóng***

***a) Phương trình giao thoa***

Giả sử phương trình sóng tại hai nguồn kết hợp $O_1$, $O_2$ là:

$$u_1 = u_2 = a\cos\omega t$$

Xét một điểm M cách $d_1 = O_1M$, $d_2 = O_2M$.

Phương trình sóng tại M do $O_1$, $O_2$ truyền tới : coi a = const,

$$u_{1M} = a\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_1}{\lambda}\right)$$

$$u_{2M} = a\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_2}{\lambda}\right)$$

- Phương trình sóng tổng hợp tại M :

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d_2 + d_1}{2\lambda}\right)$$

⇒ ***Dao động tại M vẫn là một dao động điều hòa chu kì T***

- Biên độ sóng tổng hợp tại M :

$$A = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 2a_M\left|\cos\pi\frac{\Delta\varphi}{2}\right|$$

*A* = phụ thuộc vào vị trí của điểm M.

- Dao động tại M trễ pha so với dao động tại hai nguồn một lượng:

$$2\pi\frac{d_2 + d_1}{2\lambda}$$

*b) Độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn truyền tới **tại M***

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$$

- *Điểm có biên độ tổng hợp cực đại* $A = A_{max}$ *khi:*

$$\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 1 \text{ tức } \Delta\varphi = 2k\pi \text{ ; k = số nguyên.}$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$$

- *Điểm có biên độ tổng hợp cực tiểu* $A = A_{min}$ *(hay **triệt tiêu**) khi :*

$$\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right| = 0 \text{ tức } \Delta\varphi = (2k+1)\pi \text{ ; k = số nguyên.}$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$$

- *Để tìm số cực đại giao thoa N (*hay số bụng **sóng trong khoảng** cách giữa hai nguồn $O_1, O_2$) dựa vào điều kiện:

$$-S_1S_2 < d_2 - d_1 < S_1S_2$$

Trong đó $d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = 2k\pi$

- *Để tìm số cực tiểu giao thoa N'*(hay số nút **sóng trong khoảng** cách giữa hai nguồn $O_1, O_2$)

$$-S_1S_2 < d_2 - d_1 < S_1S_2$$

Trong đó $d_2 - d_1$ thỏa điều kiện $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong hiện tượng giao thoa sóng, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số, cùng biên độ a và cùng pha ban đầu, các điểm nằm trên đường trung trực của AB:***

***A. có biên độ sóng tổng hợp bằng a.***

***B. có biên độ sóng tổng hợp bằng 2a.***

***C. đứng yên không dao động.***

***D. Cả A, B, C đều sai.***

### Giải

Giả sử phương trình sóng tại hai nguồn kết hợp A, B là:

$$u_1 = u_2 = a\cos\omega t$$

Xét một điểm M cách $d_1 = AM$ , $d_2 = BM$. Coi biên độ sóng a không thay đổi. Biên độ sóng tổng hợp tại M là:

$$A = 2a\left|\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$$

Các điểm nằm trên đường trung trực của AB có $d_1 = d_2 \Rightarrow A = 2a$

*Đáp án: B*

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số $f = 10$ Hz, cùng biên độ và cùng pha ban đầu. Tại một điểm M cách hai nguồn sóng đó những khoảng lần lượt là $d_1 = 48$ cm và $d_2 = 60$ cm sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của đoạn thẳng nối hai điểm A, B có hai cực đại khác. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là:***

***A. 40 cm/s*** ***B. 60 cm/s***

***C. 20 cm/s*** ***D. Một kết quả khác.***

**Giải**

Giữa M và đường trung trực của đoạn thẳng nối hai điểm A, B có hai cực đại khác $\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$, với $k = 3$.

Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là:

$$\lambda = \frac{d_2 - d_1}{3} = 4 \text{ cm} \Rightarrow v = \lambda f = 40 \text{ cm/s}$$

*Đáp án: A*

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong hiện tượng giao thoa sóng của hai nguồn kết hợp. Hai điểm liên tiếp nằm trên đoạn thẳng nối hai nguồn trong môi trường truyền sóng là cực tiểu giao thoa thì cách nhau một khoảng:***

***A.*** $\frac{\lambda}{4}$ ***B.*** $\lambda$ ***C.*** $\frac{\lambda}{2}$ ***D.*** $2\lambda$

**Giải**

Trong hiện tượng giao thoa sóng của hai nguồn kết hợp có cùng biên độ, cùng tần số và cùng pha ban đầu, những điểm trong môi trường truyền sóng là cực tiểu giao thoa khi hiệu đường đi từ hai nguồn kết hợp tới là:

$$d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, \quad \text{với } k \in Z.$$

Hai điểm liên tiếp nằm trên đoạn thẳng nối hai nguồn trong môi trường truyền sóng là cực tiểu giao thoa thì cách nhau một khoảng i thỏa điều kiện:

$$d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \qquad (1)$$

$$(d_2 + i) - (d_1 - i) = [2(k+1)+1]\frac{\lambda}{2} \qquad (2)$$

Lấy (2) – (1) ta được: $i = \frac{\lambda}{2}$

***Đáp án: C***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

?

**8.1.** Hiện tượng giao thoa của sóng là gì?

**Trả lời**

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng có cùng tần số, có hiệu pha không phụ thuộc vào thời gian khi gặp nhau tại một điểm có thể tăng cường nhau hoặc triệt tiêu nhau.

**8.2.** Nêu công thức để xác định vị trí các cực đại giao thoa.

**Trả lời**

Công thức để xác định vị trí các cực đại giao thoa:

$$d_2 - d_1 = k\lambda;\ k = \text{số nguyên.}$$

**8.3.** Nêu công thức để xác định vị trí các cực tiểu giao thoa.

**Trả lời**

Công thức để xác định vị trí các cực tiểu giao thoa:

$$d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda;\ k = \text{số nguyên.}$$

**8.4.** Nêu điều kiện giao thoa.

**Trả lời**

Điều kiện giao thoa sóng là phải có sự gặp nhau của hai hay nhiều sóng kết hợp.

Sóng kết hợp là sóng do các nguồn kết hợp tạo ra. Hai sóng kết hợp phải thỏa điều kiện:

+ Cùng tần số.

+ Tại mỗi điểm mà hai sóng gặp nhau phải có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

▼

**8.5.** Chọn câu đúng

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng:

A. giao nhau của hai sóng tại một điểm trong môi trường.

B. tổng hợp của hai dao động.

C. tạo thành các gợn lồi lõm.

D. hai sóng khi gặp nhau có những điểm chúng luôn tăng cường nhau, có những điểm chúng luôn triệt tiêu nhau.

**Hướng dẫn giải**

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng khi gặp nhau có những điể chúng luôn tăng cường nhau, có những điểm chúng luôn triệt tiêu nhau.

***Đáp án:***

**8.6.** Chọn câu đúng

Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có:

A. cùng biên độ.
B. cùng tần số.
C. cùng pha ban đầu.
D. cùng tần số và hiệu số pha không đổi theo thời gian.

**Hướng dẫn giải**

Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có cùng tần số, có hiệu số pha không đ theo thời gian.

***Đáp án:***

**8.7.** Trong thí nghiệm hình 8.1SGK, vận tốc truyền sóng là 0,5 m/s, cần rung c tần số 40 Hz. Tính khoảng cách giữa các đỉnh hai hyperbol cùng loại liê tiếp trên hình 8.2SGK.

**Hướng dẫn giải**

Theo tính chất của giao thoa sóng, khoảng cách d giữa các đỉnh hai hyperb cùng loại liên tiếp trên hình 8.2SGK cách nhau $\frac{\lambda}{2}$. Do đó:

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} = 6{,}25.10^{-3}\ \text{m} = 6{,}25\ \text{mm}$$

***Đáp số: d = 6,25 m***

**8.8.** Trong thí nghiệm hình 8.1SGK, khoảng cách giữa hai điển $S_1$, $S_2$ là a = 1 cm. Cho cần rung ta thấy hai điểm $S_1$, $S_2$ gần như đứng yên và giữa chún còn 10 điểm đứng yên không dao động. Biết tần số của cần rung là 26 H hãy tính vận tốc truyền của sóng.

**Hướng dẫn giải**

Theo tính chất của giao thoa sóng, khoảng cách giữa các điểm đứng yên liê tiếp cách nhau $\frac{\lambda}{2}$.

Theo đề, hai điểm $S_1$, $S_2$ gần như đứng yên và giữa chúng còn 10 điểm đứn yên không dao động, thì khoảng cách:

$$S_1S_2 = a = 11.\frac{\lambda}{2} = 11\ \text{cm}$$

Bước sóng bằng: $\lambda = 2$ cm

Vận tốc truyền của sóng bằng: $v = \lambda\,.\,f = 52$ cm/s

***Đáp số: v = 52 cm***

## . MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**.9.** Chọn câu trả lời đúng

Giả sử phương trình sóng tại hai nguồn kết hợp $O_1$, $O_2$ là:

$$u_1 = u_2 = a\sin\omega t$$

Xét một điểm M cách $d_1 = O_1M$, $d_2 = O_2M$. Coi biên độ sóng a không thay đổi. Biên độ sóng tổng hợp tại M là:

A. $A = 2a\left|\cos\pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$ B. $A = 2a\left|\cos\pi\dfrac{d_2 + d_1}{\lambda}\right|$

C. $A = 2a\left|\cos 2\pi\dfrac{d_2 - d_1}{v}\right|$ D. $A = a\left|\cos\pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$

**.10.** Chọn câu trả lời đúng

Trong hiện tượng giao thoa sóng, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số và cùng pha ban đầu, số đường cực tiểu giao thoa nằm trong khoảng AB là:

A. số chẵn

B. số lẻ.

C. có thể chẵn hay lẻ tùy thuộc vào tần số của nguồn.

D. có thể chẵn hay lẻ tùy thuộc vào khoảng cách giữa hai nguồn AB.

**.11.** Chọn câu trả lời đúng

Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số f = 50 Hz, cùng biên độ và cùng pha ban đầu. Tại một điểm M cách hai nguồn sóng đó những khoảng lần lượt là $d_1 = 41$ cm và $d_2 = 52$ cm, sóng có biên độ triệt tiêu. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 1 m/s. Số đường cực đại giao thoa nằm trong khoảng M và đường trung trực của hai nguồn (không tính đường trung trực) là:

A. 2 đường B. 3 đường

C. 4 đường D. 5 đường

## . GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**.9.** ***A***

Biên độ sóng tổng hợp tại M là: $A = 2a\left|\cos\pi\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda}\right|$

**.10.** ***A***

Trong hiện tượng giao thoa sóng, hai nguồn kết hợp A và B dao động với cùng tần số và cùng pha ban đầu, số đường cực tiểu giao thoa nằm trong khoảng AB là số chẵn.

**.11.** ***D***

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2\ \text{cm}$$

Tại điểm M cách hai nguồn sóng đó những khoảng lần lượt là $d_1 = 41$ cm và $d_2 = 52$ cm, sóng có biên độ triệt tiêu, do đó:

$$d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad \Rightarrow k = \frac{1}{2}\left[\frac{2(d_2 - d_1)}{\lambda} - 1\right] = 5$$

⇒ Số đường cực đại giao thoa nằm trong khoảng M và đường trung trực của hai nguồn là: $N = k = 5$

# Bài 9 – SỰ PHẢN XẠ CỦA SÓNG – SÓNG DỪNG

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***I. Sự phản xạ của sóng***

***1. Phản xạ của sóng trên vật cản cố định***

Phản xạ của sóng trên *đầu dây (hay một vật cản) cố định*, sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ hay gọi là phản xạ có đổi dấu.

***2. Phản xạ của sóng trên vật cản tự do***

Phản xạ của sóng trên *đầu dây (hay một vật cản) tự do*, sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ hay gọi là phản xạ không đổi dấu.

***II. Sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ – Sóng dừng***

Xét trường hợp giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ trên một sợi dây chiều dài l. Giả sử phương trình sóng tới ở đầu A là:

$$u_A = a\cos\omega t$$

***1. Phản xạ có đổi dấu***

- Phương trình giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ (phương trình sóng tổng hợp) tại một điểm M trên dây cách vật cản cố định một khoảng d là:

$$u_M = 2a\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right).\cos 2\pi\left[\frac{t}{T} - \frac{l + \frac{\lambda}{4}}{\lambda}\right]$$

- Biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$a_M = 2a\left|\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\right|$$

- Điều kiện M là nút sóng: $a_M = 0$

$$\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda}+\frac{\pi}{2}\right)=0 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda}+\frac{\pi}{2}=(k+\frac{1}{2})\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ....$$

- **Điều kiện M** là bụng sóng: $a_M = 2a$

$$\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda}+\frac{\pi}{2}\right)=\pm 1 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda}+\frac{\pi}{2} = k\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2}-\frac{\lambda}{4} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ....$$

## 2. *Phản xạ không đổi dấu*

- **Phương trình giao** thoa của sóng tới và sóng phản **xạ (phương trình sóng tổng hợp)** tại một điểm M trên dây cách **vật cản tự do một khoảng d là:**

$$u_M = 2a\cos 2\pi\frac{d}{\lambda}.\cos 2\pi\left[\frac{t}{T}-\frac{1}{\lambda}\right]$$

- **Điều kiện M** là nút sóng: $a_M = 0$

$$\cos 2\pi\frac{d}{\lambda} = 0 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} = (k+\frac{1}{2})\pi$$

$$\Rightarrow d = (k+\frac{1}{2}).\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ....$$

- **Điều kiện M** là bụng sóng: $a_M = 2a$

$$\cos 2\pi\frac{d}{\lambda} = \pm 1 \Rightarrow 2\pi\frac{d}{\lambda} = k\pi$$

$$\Rightarrow d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, ....$$

## 3. *Sóng dừng*

### *a) Định nghĩa*

**Sóng có các** nút và bụng sóng cố định trong **không gian gọi là sóng dừng.**

**Sóng dừng** là trường hợp đặc biệt của giao thoa **sóng: là sự giao thoa của hai sóng kết hợp truyền** ngược **chiều nhau trên cùng một phương truyền** sóng.

### *b) Tính chất*

- Khoảng cách giữa hai nút sóng hay giữa hai **bụng sóng bất kì**

$$d_{BB} = d_{NN} = k\frac{\lambda}{2}\text{, k = số nguyên}$$

- Khoảng cách giữa một nút sóng với một bụng sóng bất kì

$$d_{NB} = (2k + 1)\frac{\lambda}{4}\text{ , k = số nguyên}$$

***c) Điều kiện sóng dừng***

- Điều kiện sóng dừng hai đầu cố định (nút) hay hai đầu tự do (bụng sóng) :

$$l = k\frac{\lambda}{2}\text{; k = số bó sóng}$$

- Điều kiện sóng dừng một đầu cố định (nút sóng) và một đầu tự do (bụng sóng):

$$l = (2k + 1)\frac{\lambda}{4}\text{ , k = số bó sóng}$$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn đáp số đúng***

***Một sóng tới có tần số f = 250 Hz truyền trên một sợi dây đàn hồi O***
***= l = 64 cm, từ đầu O tới đầu A (cố định). Vận tốc truyền sóng trê***
***dây là v = 80 m/s. Số nút và số bụng sóng trên dây lần lượt là:***

***A. 5 nút và 4 bụng*** ***B. 10 nút và 9 bụng***

***C. 4 nút và 5 bụng*** ***D. 9 nút và 10 bụng***

**Giải**

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 0{,}32\text{ m} = 32\text{ cm}$

- Vì A là một nút sóng nên vị trí các nút sóng là các điểm trên dây thỏ điều kiện cách A một khoảng: $d_{Nút} = d = k\frac{\lambda}{2} = 16k$

  Với $0 < d < l \Rightarrow 0 \leq 16k \leq 64 \Rightarrow k = 0, 1, 2, 3, 4$

  $\Rightarrow$ Số nút sóng dừng trên dây là: $N_n = 5$

- Vì A là một nút sóng nên vị trí các bụng sóng là các điểm trên dây thỏ điều kiện cách A một khoảng:

$$d_{Bụng} = d = (2k + 1)\frac{\lambda}{4} = 8(2k + 1)$$

Với $0 < d < l \Rightarrow 0 \leq 8(2k + 1) \leq 64 \Rightarrow k = 0, 1, 2, 3$

$\Rightarrow$ Số bụng sóng dừng trên dây là: $N_b = 4$

***Đáp án:***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một sợi dây đàn có chiều dài L, hai đầu cố định. Sóng dừng trên dây có bước sóng dài nhất là:***

*A.* $\frac{L}{2}$ *B.* $\frac{L}{4}$ *C. L* ***D. 2L***

**Giải**

Sóng dừng trên dây có bước sóng dài nhất khi trên dây chỉ có một bó sóng. Tức là chiều dài dây L thỏa: $L = \frac{\lambda_{max}}{2} \Rightarrow \lambda_{max} = 2L$

***Đáp án: D***

**Bài 3:** ***Một sóng tới truyền trên một sợi dây đàn hồi OA = l = 64 cm, từ đầu O với tần số f = 250 Hz, biên độ a = 0,75 cm (coi như không đổi) và pha ban đầu bằng không tới đầu A (cố định). Vận tốc truyền sóng trên dây là v = 80 m/s.***

***a) Lập phương trình dao động của điểm M trên dây cách A một đoạn bằng d, do sóng tới và sóng phản xạ giao thoa nhau.***

***b) Xác định vị trí các nút sóng trên dây. Tính khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp.***

***c) Xác định vị trí các bụng sóng trên dây. Tính bề rộng của một bụng sóng.***

**Giải**

a) Bước sóng

$$\lambda = \frac{v}{f} = 0,32 \text{ m} = 32 \text{ cm}$$

Phương trình sóng tại nguồn O:

$$u_O = 0,75 \cos 500\pi t \text{ (cm)}$$

Phương trình sóng tới tại M do O truyền tới:

$$u_{1M} = 0,75\cos\left(500\pi t - 2\pi\frac{l-d}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tới tại A do O truyền tới:

$$u_{1A} = 0,75\cos\left(500\pi t - 2\pi\frac{l}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng phản xạ tại A :

$$u_{2A} = -\ u_{1A} = -\ 0,75\cos\left(500\pi t - 2\pi\frac{l}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng phản xạ tại M do A truyền tới :

$$u_{2M} = -\ 0,75\cos\left(500\pi t - 2\pi\frac{l+d}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tổng hợp tại M do sóng tới và sóng phản xạ gia
thoa nhau:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 1{,}5\sin\frac{\pi d}{16}\cos(500\pi t - 4\pi)\ (\text{cm})$$

b) Vì A là một nút sóng nên vị trí các nút sóng là các điểm trên dâ
thỏa điều kiện cách A một khoảng:

$$d_{\text{Nút}} = d = k\frac{\lambda}{2} = 16\,k$$

$$\text{Với } 0 < d < l \Rightarrow 0 \le 16k \le 64 \Rightarrow k = 0, 1, 2, 3, 4$$

Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp là:

$$d_{NN} = \frac{\lambda}{2} = 16\ \text{cm}$$

c) Vì A là một nút sóng nên vị trí các bụng sóng là các điểm trên dâ
thỏa điều kiện cách A một khoảng:

$$d_{\text{Bụng}} = d = (2k+1)\frac{\lambda}{4} = 8(2k+1)$$

$$\text{Với } 0 < d < l \Rightarrow 0 \le 8(2k+1) \le 64$$

$$\Rightarrow k = 0, 1, 2, 3$$

Bề rộng của một bụng sóng:

$$B = 2A_{max} = 4a = 3\ \text{cm}$$

***Đáp số:*** *a)* $u_M = 1{,}5\cos\frac{\pi d}{16}\cos(500\pi t - 4\pi)\ (\text{cm})$

*b)* $d_N = 16k\ (\text{cm}),\ k = 0, 1, 2, 3, 4;\ d_{NN} = 16c$

*c)* $d_B = 8(2k+1)(\text{cm}),\ k = 0, 1, 2, 3;\ B = 3\ c$

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**9.1.** Sự phản xạ của sóng trên vật cản cố định có đặc điểm gì?

**Trả lời**

Nếu vật cản cố định thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn ngược pha vớ
sóng tới và triệt tiêu nhau.

**9.2.** Sự phản xạ của sóng trên vật cản tự do có đặc điểm gì?

**Trả lời**

Nếu vật cản tự do thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn cùng pha vớ
sóng tới và tăng cường lẫn nhau.

**9.3.** Sóng dừng được tạo thành vì nguyên nhân gì?

**Trả lời**

Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa sóng, đó là sự giao thoa cu
hai sóng kết hợp truyền ngược chiều nhau trên cùng một phương truyền sóng

**9.4.** Nút dao động, bụng dao động là gì?

**Trả lời**

- *Nút dao động (nút sóng):* là các điểm luôn đứng yên không dao động hay có biên độ tổng hợp triệt tiêu.
- *Bụng dao động (bụng sóng):* là các điểm luôn dao động với biên độ tổng hợp cực đại.

**9.5.** Nêu điều kiện sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định.

**Trả lời**

Điều kiện sóng dừng trên một sợi dây chiều dài l có hai đầu cố định:

$$l = n\frac{\lambda}{2}\ ;\ \text{với } n = 1,2,3...$$

**9.6.** Nêu điều kiện sóng dừng trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do.

**Trả lời**

Điều kiện sóng dừng trên một sợi dây chiều dài l có một đầu cố định, một đầu tự do:

$$l = (2n + 1)\frac{\lambda}{4}\ ;\ \text{với } n = 1,2,3...$$

◆

**9.7.** Chọn câu đúng

Tại điểm phản xạ thì sóng phản xạ:

A. luôn ngược pha với sóng tới.

B. ngược pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.

C. ngược pha với sóng tới nếu vật cản là tự do.

D. cùng pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.

**Hướng dẫn giải**

Tại điểm phản xạ thì sóng phản xạ ngược pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.

***Đáp án: B***

**9.8.** Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây, khoảng cách giữa hai nút hay hai bụng liên tiếp bằng:

| | |
|---|---|
| A. một bước sóng. | B. hai bước sóng. |
| C. một phần tư bước sóng. | D. một nửa bước sóng. |

**Hướng dẫn giải**

Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây, khoảng cách khoảng cách giữa hai nút hay hai bụng liên tiếp bằng một nửa bước sóng.

***Đáp án: D***

**9.9.** Một sợi dây dài 0,6 m hai đầu cố định dao động với một bụng độc nhất (ở giữa dây).

a) Tính bước sóng λ của sóng trên dây.

b) Nếu dây dao động với ba bụng thì bước sóng là bao nhiêu?

**Hướng dẫn giải**

a) Sợi dây có hai đầu cố định dao động với một bụng độc nhất thì chiều dài dây L thỏa điều kiện: $L = \frac{\lambda}{2}$

Bước sóng λ của sóng trên dây bằng:

$$\lambda = 2L = 2 . 0,6 = 1,2 \text{ m}$$

b) Nếu dây dao động với ba bụng thì bước sóng thỏa điều kiện: $L = 3.\frac{\lambda}{2}$

Bước sóng λ của sóng trên dây khi đó bằng:

$$\lambda = \frac{2L}{3} = \frac{2.0,6}{3} = 0,4 \text{ m}$$

***Đáp số:** a) $\lambda = 1,2$ m; b) $\lambda = 0,4$ m*

**9.10.** Trên một sợi dây dài 1,2 m căng ngang có một hệ sóng dừng. Kể cả hai đầu dây thì trên dây có tất cả 4 nút. Biết vận tốc truyền sóng trên dây là 80 m/s. Tính tần số dao động của dây.

**Hướng dẫn giải**

Áp dụng điều kiện sóng dừng hai đầu là nút sóng, ta có:

$$l = k.\frac{\lambda}{2} = k.\frac{v}{2f}$$

Trên dây có 4 nút sóng, kể cả hai nút ở hai đầu A, B ⇒ k = 3 bó sóng

Tần số sóng bằng: $f = \frac{kv}{2l} = \frac{3.80}{2.1,2} = 100 \text{ Hz}$

***Đáp số:** f = 100 Hz*

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**9.11.** Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây, khoảng cách giữa một bụng sóng với một nút sóng liên tiếp bằng:

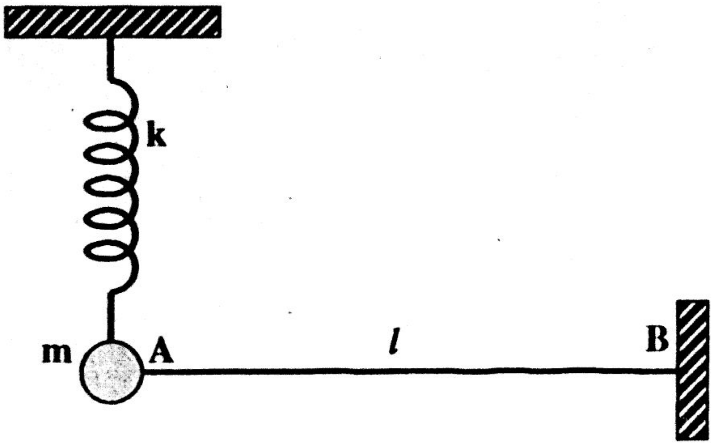
A. một bước sóng.
B. hai bước sóng.
C. một phần tư bước sóng.
D. một nửa bước sóng.

**9.12.** Chọn câu trả lời đúng

Một dây AB treo lơ lửng, đầu A gắn vào một nhánh của âm thoa đang dao động với tần số f = 100 Hz. Biết khoảng cách từ B đến nút dao động thứ tư kể từ B là 14 cm. Vận tốc truyền sóng trên dây là:

A. 7 m/s
B. 8 m/s
C. 9 m/s
D. 14 m/s

**9.13.** Phản xạ trên vật cản cố định và trên vật cản tự do có ảnh hưởng thế nào đến vị trí các bụng và các nút?



Hình 9.1

**9.14.** Chọn câu trả lời đúng

Một quả cầu có khối lượng m, gắn vào đầu một lò xo có độ cứng k treo thẳng đứng. Quả cầu được nối vào đầu A của một sợi dây AB dài $l$, căng ngang như hình 9.1. Cho quả cầu dao động điều hòa với biên độ $a = 3$ cm. Trên dây có hiện tượng sóng dừng. Bề rộng của một bụng sóng là:

A. 1,5 cm B. 3 cm C. 6 cm D. 12 cm

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**9.11.** *C*

Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây, khoảng cách giữa một bụng sóng với một nút sóng liên tiếp bằng một phần tư bước sóng.

**9.12.** *B*

Khoảng cách từ B đến nút dao động thứ tư kể từ B là:

$$l = (2k+1)\frac{\lambda}{4} = 7.\frac{\lambda}{4} = 14 \text{ cm; với } k = 4 - 1 = 3 \text{ bó sóng}$$

$$\Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm; } v = \lambda.f = 8 \text{ m/s}$$

**9.13.**

- *Phản xạ trên vật cản cố định:*

  + Khoảng cách từ vật cản tới nút sóng bằng:

$$d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

  + Khoảng cách từ vật cản tới bụng sóng bằng:

$$d = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

- *Phản xạ trên vật cản tự do:*

  + Khoảng cách từ vật cản tới nút sóng bằng:

$$d = k\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

  + Khoảng cách từ vật cản tới bụng sóng bằng:

$$d = k\frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \ldots$$

*Như vậy:* Phản xạ trên vật cản cố định và trên vật cản tự do có sự hoán vị vị trí các bụng và các nút.

**9.14.** *D*

Bụng sóng dừng là vị trí có biên độ sóng tổng hợp đạt cực đại $A_{max} = 2a$. Vậy bề rộng của một bụng sóng là:

$$B = 2A_{max} = 4a = 12 \text{ cm}$$

# Bài 10 – ĐẶC TRƯNG VẬT LÍ CỦA ÂM THANH

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *I. Bản chất vật lí của âm thanh*

#### *1. Định nghĩa sóng âm*

Là những sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất, có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến $2.10^4$ Hz và gây cảm giác âm đối với tai người.

#### *2. Tần số âm*

Tần số dao động của vật phát ra một âm thanh cũng gọi là tần số của âm đó.

#### *3. Nguồn âm thanh*

- Các vật có thể phát được âm thanh đều gọi là nguồn âm.
- Khi có một âm thanh phát ra, thì trong nguồn phải có một vật gì đó dao động, tức là âm thanh là một hiện tượng dao động.
- Có hai loại nguồn âm: nguồn nhạc âm và nguồn tiếng động.

  + Nhạc âm: là các âm có tần số xác định.

  Ví dụ: tiếng đàn, tiếng hát...

  + Tiếng động: là các âm có tần số không xác định.

  Ví dụ: tiếng máy nổ, tiếng búa đập trên đe...

#### *4. Hạ âm và siêu âm*

➢ *Giống nhau*

– Về bản chất sóng âm, hạ âm và siêu âm đều là sóng cơ học dọc lan truyền trong môi trường vật chất.

➢ *Khác nhau*

– Về tần số:

+ *Sóng âm:* là những sóng cơ học có tần số $16\text{ Hz} < f < 2.10^4$ Hz.

+ *Hạ âm:* là những sóng cơ học có tần số $f < 16$ Hz.

+ *Siêu âm :* là những sóng cơ học có tần số $f > 2.10^4$ Hz.

– Về khả năng cảm nhận của tai người:

Tai người chỉ cảm nhận được sóng âm; không cảm nhận được hạ âm và siêu âm.

### *II. Sự truyền âm*

#### *1. Môi trường truyền âm thanh*

- Âm thanh truyền được qua các môi trường khí, lỏng, rắn nhưng không truyền được qua chân không.

Sóng âm là sóng dọc truyền trong các môi trường đàn hồi.

### *2. Vận tốc truyền âm*

Trong mỗi môi trường âm thanh truyền với một vận tốc xác định.

## *III. Đặc trưng vật lí của âm thanh*

### *1. Áp suất của âm thanh*

Biên độ của độ biến thiên áp suất $\Delta p$ tại mỗi điểm của môi trường mà sóng âm truyền qua gọi là áp suất của âm thanh.

Đơn vị: $N/m^2$ hay paxcan.

### *2. Cường độ âm I*

Là năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm, trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{W}{S.t} = \frac{P}{S} \text{ ( Đơn vị : } W/m^2\text{) ; } P = \text{công suất âm.}$$

- *Ngưỡng nghe:* là cường độ âm nhỏ nhất mà tai người còn có thể nghe rõ. Ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số âm. Âm có tần số từ 1.000 Hz – 5.000 Hz, ngưỡng nghe khoảng $10^{-12}$ $W/m^2$.
- *Ngưỡng đau:* là cường độ âm cực đại mà tai người còn có thể nghe được nhưng có cảm giác đau nhức. Đối với mọi tần số âm ngưỡng đau ứng với cường độ âm 10 $W/m^2$.
- *Miền nghe được:* là miền nằm giữa ngưỡmg nghe và ngưỡng đau.

### *3. Mức cường độ âm L*

$$L(B) = \lg \frac{I}{I_0} \text{ hay } L(dB) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

Với $I_0 = 10^{-12}$ $W/m^2$ = cường độ âm chuẩn ; I = cường độ âm tại điểm đang xét.

*Đơn vị:* Ben (B) hay Đềxiben (dB)

### *4. Âm cơ bản và họa âm*

- Một nhạc cụ hay người khi phát một âm có tần số $f_0$, thì đồng thời cũng phát ra các âm có tần số $2f_0$, $3f_0$ .... là âm được biểu diễn theo thời gian có dạng hình sin. Âm có tần số $f_0$ là âm cơ bản hay là họa âm thứ nhất. Các âm có tần số $2f_0$, $3f_0$... là họa âm thứ 2, thứ 3...
- Biên độ của các họa âm lớn nhỏ khác nhau tùy thuộc vào nhạc cụ. Tập hợp các họa âm tạo thành *phổ của nhạc âm* đó.
- Tổng hợp dao của tất cả các họa âm trong một nhac âm gọi là *đồ thị dao động* của nhạc âm đó.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Cường độ âm được xác định bởi:***

***A. Áp suất tại một điểm trong môi trường khi có sóng âm truyền qu***

***B. Năng lượng mà sóng âm truyền qua một đơn vị diện tí vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gian.***

***C. Bình phương biên độ âm tại một điểm trong môi trường khi sóng âm truyền qua.***

***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

Cường độ âm được xác định bởi năng lượng mà sóng âm truyền qua m đơn vị diện tích vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gia

***Đáp án:***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một người đứng áp tai vào đường ray. Một người thứ hai đứ cách đó một khoảng 1700 m gõ mạnh búa vào đường ray. Ngư thứ nhất nghe thấy tiếng búa truyền trong thanh ray sớm h tiếng búa truyền trong không khí là $4\frac{2}{3}$ s. Biết vận tốc truyền â trong không khí là 340 m/s. Vận tốc truyền âm trong thép là:***

***A. 182 m/s*** ***B. 1700 m/s***

***C. 5100 m/s*** ***D. Một kết quả khác.***

**Giải**

Thời gian âm truyền trong không khí là:

$$t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{1700}{340} = 5 \text{ s}$$

Thời gian âm truyền trong thanh ray:

$$t_2 = t_1 - 4\frac{2}{3} = \frac{1}{3} \text{ s}$$

Vận tốc truyền âm trong thép là:

$$v_2 = \frac{s}{t_2} = 5100 \text{ m/s}$$

***Đáp án:***

**Bài 3:** ***Một nguồn âm được coi như một nguồn điểm S đặt cách tai người nghe một khoảng d = 0,5 m. Ngưỡng đau của tai người là 10 W/m$^2$.***

***a) Để âm do nguồn phát ra làm đau tai người đó thì công suất phát âm của nguồn phải bằng bao nhiêu?***

***b) Ứng với công suất phát ra ở câu a). Tính cường độ âm tại một điểm cách nguồn 500 m.***

**Giải**

a) Để âm do nguồn phát ra làm đau tai người đó thì công suất phát âm của nguồn phải bằng:

$$P = S.I = 4\pi d^2 I = 31,4\ W$$

b) Ứng với công suất của nguồn là P = 31,4 W thì cường độ âm tại điểm cách nguồn một khoảng d = 500 m là:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2} = 10^{-5}\ W/m^2$$

***Đáp số: a) P = 31,3 W; b) I = 10$^{-5}$ W/m$^2$***

## . HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**).1.** Hạ âm và siêu âm có cùng bản chất không?

**Trả lời**

Hạ âm và siêu âm có cùng bản chất, chúng chỉ khác nhau về tần số:

+ *Hạ âm:* là những sóng cơ học có tần số $f < 16$ Hz.

+ *Siêu âm:* là những sóng cơ học có tần số $f > 2.10^4$ Hz.

**).2.** Sóng âm là gì?

**Trả lời**

Sóng âm là những sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất, có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến $2.10^4$ Hz và gây cảm giác âm đối với tai người.

**).3.** Nhạc âm là gì?

**Trả lời**

Nhạc âm: là các âm có tần số xác định.

Ví dụ: tiếng đàn, tiếng hát..

**).4.** Trong ba môi trường rắn, lỏng, khí âm thanh truyền nhanh nhất trong môi trường nào? chậm nhất trong môi trường nào?

**Trả lời**

Âm thanh truyền nhanh nhất trong môi trường rắn; chậm nhất trong môi trường khí.

**10.5.** Cường độ âm thanh được đo bằng gì?

**Trả lời**

Cường độ âm thanh được đo bằng năng lượng âm truyền qua một đơn v diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm, trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{W}{S.t} = \frac{P}{S} \text{ ( Đơn vị : W/m}^2\text{) ; } P = \text{công suất âm.}$$

**10.6.** Chọn câu trả lời đúng

Siêu âm là âm thanh:

A. có tần số lớn hơn tần số âm thanh thông thường.

B. có cường độ rất lớn.

C. có tần số trên 20 000 Hz.

D. truyền trong mọi môi trường nhanh hơn âm thanh thông thường.

**Hướng dẫn giải**

Siêu âm là âm thanh có tần số trên 20 000 Hz.

***Đáp án:***

**10.7.** Chọn câu trả lời đúng

Cường độ âm thanh được đo bằng:

A. oát trên mét vuông. B. oát

C. niutơn trên mét vuông. D. niutơn trên mét.

**Hướng dẫn giải**

Cường độ âm thanh được đo bằng oát trên mét vuông ($W/m^2$).

***Đáp án:***

**10.8.** Một lá thép rung động với chu kì T = 80 ms. Âm thanh do nó phát ra c nghe được không?

**Hướng dẫn giải**

Tần số âm do lá thép phát ra là:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{80.10^{-3}} = 12{,}5 \text{ Hz} < 16 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Hạ âm}$$

Vậy âm thanh do lá thép phát ra không nghe được.

**10.9.** Một siêu âm có tần số 1 MHz. Sử dụng bảng 10.1SGK, hãy tính bước són của siêu âm ấy trong không khí ở $0^0C$ và trong nước ở $15^0C$.

**Hướng dẫn giải**

Bước sóng được tính bởi công thức:

$$\lambda = v.f$$

Trong không khí ở $0^0C$:

$$v_{kk} = 331 \text{ m/s} \Rightarrow \lambda_{kk} = \frac{v_{kk}}{f} = \frac{331}{10^6} = 3{,}31 \;.\; 10^{-4} \text{ m}$$

Trong nước ở $15^0C$:

$$v_n = 1500\ m/s \Rightarrow \lambda_n = \frac{v_n}{f} = \frac{1500}{10^6} = 1,5.10^{-3}\ m$$

*Đáp số: $\lambda_{kk} = 3,31.10^{-4}$ m; $\lambda_n = 1,5.10^{-3}$ m*

**10.10.** Để đo vận tốc âm thanh trong gang, nhà vật lí Pháp Bi–ô đã dùng một ống bằng gang dài 951,25 m. Một người đập một nhát búa vào một đầu ống gang, một người ở đầu kia nghe thấy hai tiếng gõ, một truyền qua gang và một truyền qua không khí trong ống gang; hai tiếng ấy cách nhau 2,5 s. Biết vận tốc âm thanh trong không khí là 340 m/s, hãy tính vận tốc âm thanh trong gang.

**Hướng dẫn giải**

Thời gian âm truyền trong không khí là:

$$t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{951,25}{340} \approx 2,7978\ s$$

Vận tốc truyền âm trong gang lớn hơn trong không khí. Do đó thời gian âm truyền trong gang là:

$$t_2 = t_1 - 2,5 = 2,7978 - 2,5 = 0,2978\ s$$

Vận tốc truyền âm trong gang là:

$$v_2 = \frac{s}{t_2} \approx 3194\ m/s$$

***Đáp số: $v_2 = 3194$ m/s***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**10.11.** Chọn câu trả lời đúng

Vận tốc truyền âm:

A. Có giá trị cực đại khi truyền trong chân không và bằng $3.10^8$ m/s.

B. Tăng khi mật độ vật chất của môi trường giảm.

C. Tăng khi độ đàn hồi của môi trường càng lớn.

D. Giảm khi nhiệt độ của môi trường tăng.

**10.12.** Chọn câu trả lời đúng

Một nguồn âm dìm trong một chất lỏng có tần số f = 500 Hz. Hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng cách nhau 25 cm luôn lệch pha nhau $\frac{\pi}{4}$.

Vận tốc truyền âm trong chất lỏng đó là:

A. 500 m/s B. 1 km/s C. 250 m/s D. 750 m/s

**10.13.** Chọn câu trả lời đúng

Cường độ âm thanh nhỏ nhất mà tai người có thể nghe được là $4.10^{-12}$ W/m$^2$. Hỏi một nguồn âm có công suất 1 mW thì người đứng cách nguồn xa nhất là bao nhiêu thì còn nghe được âm thanh do nguồn đó phát ra. Bỏ qua mọi mất mát năng lượng.

A. 141 m B. 1,41 km C. 446 m D. 4,46 km

**10.14.** Trong một cuộc thí nghiệm nhằm xác định vận tốc âm thanh trong không khí, hai nhóm nhà vật lí ở cách nhau 18612 m. Mỗi nhóm luân phiên bắn một phát đại bác để nhóm kia đo thời gian t từ lúc thấy lửa lóe ra ở miệng súng đến lúc nghe thấy tiếng nổ. Giá trị trung bình của các phép đo là t = 54,6 s.

a) Việc bắn và đo luân phiên nhằm mục đích gì?

b) Vận tốc âm thanh trong các điều kiện của thí nghiệm bằng bao nhiêu?

**10.15.** Mức cường độ âm do một nguồn âm S gây ra tại một điểm M là L. Nếu tiến thêm một khoảng d = 50 m thì mức cường độ âm tăng thêm 10 dB. Tính khoảng cách SM.

**10.16.** Một nguồn âm được coi như một nguồn điểm có công suất 0,5 W. Tính mức cường độ âm tại một điểm cách nguồn 5 m.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**10.11.** *C*

Vận tốc truyền âm tăng khi độ đàn hồi của môi trường càng lớn.

**10.12.** *B*

$$d_{min} = 25 \text{ cm} \ ; \quad \Delta\varphi = 2\pi\frac{d_{min}}{\lambda} = \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow \lambda = 2 \text{ m} \Rightarrow v = \lambda f = 1\,000 \text{ m/s} = 1 \text{ km/s}$$

**10.13.** *D*

Áp dụng công thức: $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2}$

Khoảng cách xa nhất mà người đó còn nghe được âm thanh do nguồn đó phát ra là: $d_{max} = \sqrt{\frac{P}{4\pi I_{min}}} = 4{,}46.10^3 \text{ m} = 4{,}46 \text{ km}$

**10.14.**

a) Việc bắn và đo luân phiên nhằm mục đích giảm sai số của phép đo. Mặt khác mỗi lần bắn, âm thanh phát ra có tần số khác nhau và người ta kiểm chứng việc vận tốc sóng trong một môi trường không phụ thuộc vào tần số.

b) Vận tốc âm thanh trong các điều kiện của thí nghiệm bằng:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{18612}{54{,}6} \approx 340{,}9 \text{ m/s}$$

***Đáp số: b) v = 340,9 m/s***

**10.15.**

Cường độ âm tại một điểm M cách nguồn âm S một khoảng $d_1$ = SM là:

$$I_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{P}{4\pi d_1^2}$$

Nếu tiến thêm một khoảng d = 50 m thì mức cường độ âm tăng thêm 10 dB ⇒ phải tiến lại gần nguồn S. Ta có:

$$d_2 = d_1 - d = d_1 - 50;\ I_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{P}{4\pi d_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_1^2}{(d_1 - 50)^2} \qquad (1)$$

Mặt khác: $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0}$ ; $L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0}$

$I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$ = cường độ âm chuẩn.

$$\Rightarrow \Delta L = L_2 - L_1 = 10\left(\lg\frac{I_2}{I_0} - \lg\frac{I_1}{I_0}\right) = 10$$

$$\Rightarrow \lg\frac{I_2}{I_1} = 1 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $\frac{d_1^2}{(d_1 - 50)^2} = 10 \Rightarrow d_1 = 73,12\ m$

***Đáp số: $d_1 = 73,12\ m$***

**10.16.**

Cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm một khoảng d = 5 m là:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{0,5}{4\pi.5^2} = 1,59.10^{-3}\ W/m^2$$

Mức cường độ âm tại một điểm cách nguồn âm một khoảng d = 5 m là:

$$L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 10.\lg\frac{1,59.10^{-3}}{10^{-12}} = 92\ dB$$

***Đáp số: L = 92 dB***

# Bài 11 – ĐẶC TRƯNG SINH LÍ CỦA ÂM THANH

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Độ cao***

*Độ cao của âm* là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm, không phụ thuộc vào năng lượng âm.*

Âm có tần số lớn là âm cao; Âm có tần số thấp là âm trầm.

***2. Độ to***

Độ *to* của âm là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm f và mức cường độ âm L.*

- Hai âm có cùng tần số, nhưng có mức cường độ âm khác nhau thì độ to sẽ khác nhau.
- Hai âm có cùng mức cường độ âm, nhưng tần số khác nhau thì độ to cũng sẽ khác nhau.

***3. Âm sắc***

Âm sắc là tính chất của âm giúp ta phân biệt các âm phát ra bởi các nguồn khác nhau ( cả khi chúng có hoặc không có cùng độ cao, độ to). Âm sắc là là một đặc trưng sinh lí liên quan mật thiết tới đồ thị dao động âm và *phụ thuộc vào tần số âm f và biên độ âm.*

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Hai âm thanh có âm sắc khác nhau là do:***

***A. Khác nhau về tần số.***

***B. Độ cao và độ to khác nhau.***

***C. Tần số, biên độ của các họa âm khác nhau.***

***D. Có số lượng và cường độ của các họa âm khác nhau.***

**Giải**

Hai âm thanh có âm sắc khác nhau là do có số lượng và cường độ của các họa âm khác nhau.

***Đáp án: D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là $10^{-4}$ $W/m^2$. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ $W/m^2$. Mức cường độ âm tại điểm đó bằng:***

***A. 50 dB***　***B. 60 dB***　***C. 70 dB***　***D. 80 dB***

**Giải**

Mức cường độ âm tại điểm đó là: $L(dB) = 10\lg\frac{I}{I_0} = 80$ dB

***Đáp án: D***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**11.1.** Hãy kể ra những đặc trưng sinh lí của âm.

**Trả lời**

Có ba đặc trưng sinh lí của âm: độ cao, độ to và âm sắc.

**11.2.** Độ cao của âm là gì ? Nó có liên quan đến đặc trưng vật lí nào của âm?

**Trả lời**

*Độ cao của âm* là một đặc trưng sinh lí *phụ thuộc vào tần số âm*. Âm có tần số lớn là âm cao; Âm có tần số thấp là âm trầm.

**11.3.** Độ to của âm liên quan đến đặc trưng vật lí nào của âm?

**Trả lời**

Độ to của âm là một đặc trưng sinh lí được đo bằng *mức cường độ âm L*.

Đơn vị đo của đại lượng đó là Ben (B); đơn vị thường dùng là đềxiben (dB).

**11.4.** Âm sắc là gì?

**Trả lời**

Âm sắc là tính chất của âm giúp ta phân biệt các âm phát ra bởi các nguồn khác nhau (cả khi chúng có hoặc không có cùng độ cao, độ to).

Âm sắc là là một đặc trưng sinh lí liên quan mật thiết đến đồ thị dao động âm và *phụ thuộc vào tần số âm f và biên độ âm*.

▼

**11.5.** Chọn câu đúng

Độ cao của âm

A. là một đặc trưng vật lí của âm.

B. là một đặc trưng sinh lí của âm.

C. vừa là đặc trưng vật lí, vừa là đặc trưng sinh lí.

D. là tần số của âm.

**Hướng dẫn giải**

Độ cao của âm là một đặc trưng sinh lí của âm.

***Đáp án: B***

**11.6.** Chọn câu đúng

Âm sắc là

A. màu sắc của âm.

B. một tính chất của ân giúp ta nhận biết các nguồn âm.

C. một tính chất sinh lí của âm.

D. một tính chất vật lí của âm.

**Hướng dẫn giải**

Âm sắc là một đặc tính sinh lí của âm.

***Đáp án: C***

**11.7.** Chọn câu đúng

Độ to của âm gắn liền với

A cường độ âm.

B. biên độ dao động của âm.

C mức cường độ âm.

D. tần số âm.

### Hướng dẫn giải

Độ to của âm gắn liền với mức cường độ âm.

***Đáp án: C***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**11.8.** Chọn câu trả lời đúng

Các đặc tính sinh lí của âm gồm:

A. Độ cao, âm sắc, năng lượng. B. Độ cao, âm sắc, độ to.

C. Độ cao, âm sắc, biên độ. D. Độ cao, âm sắc, cường độ.

**11.9.** Chọn câu trả lời đúng

Để tăng độ cao của âm thanh do một dây đàn phát ra ta phải:

A. Kéo căng dây đàn hơn. B. Làm chùng dây đàn hơn.

C. Gảy đàn mạnh hơn. D. Gảy đàn nhẹ hơn.

**11.10.** Tính cường độ âm thanh ứng với các mức cường độ âm trong các trường hợp:

| STT | Âm thanh | Mức cường độ âm |
|---|---|---|
| 1 | Lá rơi, tiếng thì thầm cách 1 m | 10 dB |
| 2 | Vườn vắng vẻ, phòng im lặng | 20 dB |
| 3 | Nhạc nhẹ, tiếng ồn trong nhà ở | 40 dB |
| 4 | Tiếng nói chuyện cách 1m | 60 dB |
| 5 | Tiếng ồn ngoài phố | 80 dB |
| 6 | Máy bay phản lực lúc cất cánh | 130 dB |

**11.11.** Hai âm có mức cường độ âm chênh lệch nhau 1 dB. Tính tỉ số cường độ âm của chúng.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**11.8.** ***B***

Các đặc tính sinh lí của âm gồm độ cao, âm sắc, độ to.

**11.9.** ***A***

Để tăng độ cao của âm thanh do một dây đàn phát ra ta phải kéo căng dây đàn hơn.

**11.10.**

Áp dụng công thức: $L = 10\lg\dfrac{I}{I_0} \Rightarrow I = I_0.10^{\frac{L}{10}}$

Trong đó: $I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$ = cường độ âm chuẩn.

Ta thu được kết quả trong bảng sau:

| STT | Âm thanh | Mức cường độ âm L | cường độ âm I |
|---|---|---|---|
| 1 | Lá rơi, tiếng thì thầm cách 1 m | 10 dB | $10^{-11}$ W/m$^2$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | Vườn vắng vẻ, phòng im lặng | 20 dB | $10^{-10}$ W/m$^2$ |
| 3 | Nhạc nhẹ, tiếng ồn trong nhà ở | 40 dB | $10^{-8}$ W/m$^2$ |
| 4 | Tiếng nói chuyện cách 1m | 60 dB | $10^{-6}$ W/m$^2$ |
| 5 | Tiếng ồn ngoài phố | 80 dB | $10^{-4}$ W/m$^2$ |
| 6 | Máy bay phản lực lúc cất cánh | 130 dB | 10 W/m$^2$ |

**11.11.**

$$L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0} \quad ; L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0}$$

$I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$ = cường độ âm chuẩn.

$$\Rightarrow \Delta L = L_2 - L_1 = 10\left(\lg\frac{I_2}{I_0} - \lg\frac{I_1}{I_0}\right) = 1$$

$$\Rightarrow \lg\frac{I_2}{I_1} = 1 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10$$

***Đápsố:*** $\frac{I_2}{I_1} = 10$

# CHƯƠNG III – DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

## Bài 12 – ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1.Khái niệm về dòng điện xoay chiều***

- ***Định nghĩa***

  Dòng điện xoay chiều là dòng điện mà cường độ biến thiên điều hòa theo thời gian.

- ***Biểu thức***

  $$i = I_0\cos(\omega t + \varphi)$$

  Trong đó:

  i : giá trị cường độ tức thời của dòng điện xoay chiều;

  $I_0 > 0$ : giá trị cường độ cực đại của dòng điện xoay chiều (cường độ cực đại) ; ω, φ là các hằng số.

  $\omega > 0$: tần số góc; $\omega t + \varphi$ : pha ban đầu; φ : pha ban đầu.

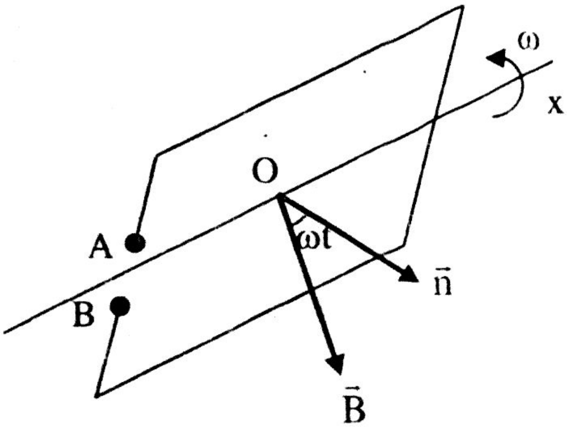
- ***Chu kì*** $T = \frac{2\pi}{\omega}$

- ***Tần số*** $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

**2.*Nguyên tắc tạo dòng điện xoay chiều***

- ***Định tính***

Nguyên tắc tạo dòng điện xoay chiều dựa trên hiện tương cảm ứng điện từ.



Cho một khung dây kim loại diện tích S, có N vòng dây quay đều quanh một trục đối xứng xx'của nó trong một từ trường đều $\vec{B} \perp$ xx' với vận tốc góc ω, thì từ thông gởi qua khung dây biến thiên điều hòa,. trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng cũng biến thiên điều hòa. Nếu nối hai đầu của khung dây với mạch ngoài, thì ở mạch ngoài sẽ có dòng điện xoay chiều (AC).

- ***Định lượng***

+ Giả sử khi t = 0, pháp tuyến $\vec{n}$ của khung trùng với $\vec{B}$.

Tại thời điểm t , $\vec{n}$ quay được 1 góc ωt. Từ thông gởi qua khung là:

$$\Phi = NBS\cos\omega t$$

+ Từ thông biến thiên làm xuất hiện trong khung dây một suất điện động cảm ứng tức thời ở thời điểm t là:

$$e = -\Phi' = NBS\omega\sin\omega t$$

Với N, B, S, ω là các đại lượng không đổi.

*Vậy suất điện động xuất hiện trong khung biến thiên điều hòa với tần số góc là ω.*

+ Nếu cuộn dây kín và có điện trở R thì cường độ dòng điện cảm ứng cho bởi: $i = \frac{\xi}{R} = \frac{NBS\omega}{R}\sin\omega t$

Đây là dòng điện xoay chiều với tần số góc ω và cường độ cực đại:

$$I_0 = \frac{NBS\omega}{R}$$

***3. Giá trị hiệu dụng***

+ *Định nghĩa:* cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là đại lượng có giá trị bằng cường độ của một dòng điện không đổi sao cho khi đi qua cùng một điện trở R thì công suất tiêu thụ trong R bởi dòng điện không đổi ấy bằng công suất trung bình tiêu thụ trong R bởi dòng điện xoay chiều nói trên.

$$P = \frac{1}{2}R.I_0^2 = RI^2$$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

I *gọi là cường độ hiệu dụng của dòng AC.*

Tương tự , người ta xác định được điện áp hiệu dụng ở hai đầu một đoạn mạch điện AC và suất điện động hiệu dụng là:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}; E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$

+ *Dụng cụ đo:* Ampe kế là dụng cụ đo cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một khung dây có diện tích 1 cm², gồm 50 vòng dây, được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ B bằng 0,4 T. Trục đối xứng (Δ) của khung vuông góc với từ trường. Cho khung dây quay đều quanh trục (Δ) với vận tốc góc 120 vòng/phút. Chọn t = 0 là khi mặt phẳng khung dây có vị trí vuông góc với các đường cảm ứng từ. Biểu thức của từ thông gởi qua khung dây là:***

**A.** $\phi = 0{,}02\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ (Wb) **B.** $\phi = 0{,}002\cos 4\pi t$ (Wb)

**C.** $\phi = 0{,}2\cos 4\pi t$ (Wb) **D.** $\phi = 2\cos 4\pi t$ (Wb)

**Giải**

Biểu thức của từ thông gởi qua khung dây là: $\phi = \phi_0\cos(\omega t + \varphi)$

$\omega$ = 120 vòng/phút = $4\pi$ rad/s

$\phi_0 = NBS = 50 . 0{,}4 . 10^{-4} = 0{,}002$ Wb

Khi t = 0: mặt phẳng khung dây có vị trí vuông góc với các đường cảm ứng từ trường ⇒ Pháp tuyến $\vec{n}$ của mặt phẳng khung song song với $\vec{B}$

$\Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow \phi = 0{,}002\cos 4\pi t$ (Wb)

***Đáp án: B***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một khung dây quay đều quanh trục $\Delta$ trong một từ trường đều $\vec{B} \perp$ trục quay $\Delta$ với vận tốc góc $\omega$. Nếu tăng vận tốc góc $\omega$ lên hai lần và giảm cảm ứng từ B đi một nửa thì suất điện động hiệu dụng trong khung sẽ:***

***A. tăng bốn lần.*** ***B. tăng hai lần.***

***C. giảm hai lần.*** ***D. không đổi.***

**Giải**

$$E = NBS\omega;\ \ \omega' = 2\omega;\ B' = \frac{B}{2}$$

$$E' = NB'S\omega' \Rightarrow \frac{E'}{E} = 1 \Rightarrow E \text{ không đổi}$$

***Đáp án: D***

**Bài 3:** ***Một dây dẫn có chiều dài 10m, diện tích tiết diện 1mm$^2$. Dây được làm bằng vật liệu có điện trở suất $4.10^{-5}$ m. Dây được dùng làm điện trở của một bình nấu nước siêu tốc có chứa 1 lít nước đang ở nhiệt độ 27$^0$C. Đặt vào hai đầu dây một điện áp xoay chiều, khi đó cường độ dòng điện qua ống có biểu thức:***

$$i = 2\sqrt{2}\sin 100\pi t\ (A)$$

***a) Tính điện trở của dây.***

***b) Tính thời gian cần để đun sôi nước.Bỏ qua mọi mất mát năng lượng.***

***Cho khối lượng riêng và nhiệt dung riêng của nước là D =1000 kg/m$^3$; c = 4,2 kJ/kg.độ***

**Giải**

a) Điện trở của dây dẫn là:

$$R = \rho\frac{l}{S} = 4.10^{-5}.\frac{10}{10^{-6}} = 400\,\Omega$$

b) Nhiệt lượng cần đun sôi nước là:

$$Q_1 = m.c.\,(t_2 - t_1) = V.D.c\,.\,(t_2 - t_1)$$

Nhiệt lượng tỏa ra trên dây dẫn của bình siêu tốc trong thời gian $\tau$ là:

$$Q_2 = R.I^2.\tau$$

Thời gian cần đun sôi nước là:

$$\tau = \frac{V.D.c.(t_2 - t_1)}{R.I^2} = \frac{10^{-3}.1000.4{,}2.10^3.(100-27)}{400.2^2} = 191{,}6\ s \approx 3{,}2 \text{ phút}$$

***Đáp số: a) R = 400 $\Omega$; b) $\tau$ = 3,2 phút***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**12.1.** Phát biểu các định nghĩa:

a) giá trị tức thời.

b) giá trị cực đại.

c) giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều hình sin.

**Trả lời**

a) Giá trị tức thời:

Giá trị tức thời của dòng điện xoay chiều là giá trị của dòng điện ở thời điểm t.

b) Giá trị cực đại:

Giá trị cực đại của dòng điện xoay chiều là giá trị lớn nhất có thể có của nó.

c) Giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều hình sin

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là đại lượng có giá trị bằng cường độ của một dòng điện không đổi sao cho khi đi qua cùng một điện trở R thì công suất tiêu thụ trong R bởi dòng điện không đổi ấy bằng công suất trung bình tiêu thụ trong R bởi dòng điện xoay chiều nói trên: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
- Tương tự, người ta xác định được điện áp hiệu dụng ở hai đầu một đoạn mạch điện AC là: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$

**12.2.** Tại sao phải qui định tần số của dòng điện xoay chiều tạo ra trong kĩ thuật.

**Trả lời**

Tần số của dòng điện xoay chiều ảnh hưởng tới các đại lượng trong mạch như tổng trở, cường độ, điện áp ... Các thiết bị điện dưới tác dụng của các điện áp bằng nhau, nhưng có tần số khác nhau thì sẽ có tổng trở khác nhau và dẫn tới cường độ qua thiết bị cũng khác nhau. Vì vậy, phải qui định tần số của dòng điện xoay chiều tạo ra trong kĩ thuật để dùng cho phù hợp.

▼

**12.3.** Xác định giá trị trung bình theo thời gian của:

a) $2\sin 100\pi t$ b) $2\cos 100\pi t$ c) $2\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})$

d) $4\sin^2 100\pi t$ e) $3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$

**Hướng dẫn giải**

Giá trị trung bình theo thời gian của các hàm sin và cosin trong một khoảng thời gian dài đều bằng 0. Do đó các *giá trị trung bình* của:

a) $2\sin 100\pi t = 0$ b) $2\cos 100\pi t = 0$ c) $2\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6}) = 0$

d) $4\sin^2 100\pi t = 4.\frac{1-\cos 200\pi t}{2} = 2 - 2\cos 200\pi t = 2$

e) $3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3}) = 0$

**12.4.** Trên một bóng đèn có ghi 220 V – 100 W, nối đèn ấy vào mạng điện xoay chiều có U = 220 V. Xác định:

a) điện trở đèn.

b) cường độ hiệu dụng qua đèn.

c) điện năng tiêu thụ của đèn trong một giờ.

**Hướng dẫn giải**

$$U = 220\ V\ ;\ P = 100\ W$$

Đèn được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp đúng định mức, do đó, công suất tiêu thụ của đèn bằng đúng công suất định mức:

a) Điện trở đèn được tính từ công thức: $R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484\ \Omega$

b) Cường độ hiệu dụng qua đèn: $I = \frac{U}{R} = \frac{220}{484} = \frac{5}{11}$ A

c) Điện năng tiêu thụ của đèn trong một giờ:

$$W = P.t = 100\ .\ 3600 = 3{,}6.10^5\ J = 100\ W.h$$

***Đáp số: a) $R = 484\ \Omega$; b) $I = \frac{5}{11}$ A; c) $W = 3{,}6.10^5$ J= 100 W.h***

**12.5.** Một mạch điện gồm hai đèn mắc song song trên mỗi đèn có ghi: 220 V – 115 W; 220 V – 132 W. Nối hai đầu của mạch điện ấy vào mạng điện xoay chiều U = 220 V. Xác định:

a) công suất tiêu thụ trong mạch.

b) cường độ dòng điện cung cấp cho mạch điện.

**Hướng dẫn giải**

$$U_1 = 220\ V\ ;\ P_1 = 115\ W;\ U_2 = 220\ V\ ;\ P_2 = 132\ W$$

Hai đèn được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp đúng định mức, do đó công suất tiêu thụ của đèn bằng đúng công suất định mức:

a) Công suất tiêu thụ trong mạch:

$$P = P_1 + P_2 = 247\ W$$

b) Hai đèn mắc song song nên cường độ dòng điện cung cấp cho mạch điện được tính bởi công thức: $I = I_1 + I_2$

Với: $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{23}{44}\ A \approx 0{,}52\ A;\ I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{33}{50}\ A = 0{,}6\ A$

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 = 1{,}12\ A$$

***Đáp số: a) P = 247 W; b) I = 1,12 A***

**12.6.** Trên một đèn có ghi 100 V – 100 W. Mạch điện sử dụng có U = 110 V. Để đảm bảo đèn sáng bình thường, phải mắc thêm vào mạch điện một điện trở bằng bao nhiêu?

**Hướng dẫn giải**

$$U_Đ = 100\text{ V};\ P_Đ = 100\text{ W};\ U = 110\text{ V}$$

Để đảm bảo đèn sáng bình thường, phải mắc nối tiếp thêm vào mạch điện một điện trở sao cho: $U = U_Đ + U_R \Rightarrow U_R = U - U_Đ = 10\text{ V}$

Và cường độ dòng điện trong mạch là: $I = \dfrac{P_Đ}{U_Đ} = 1\text{ A}$

Điện trở R có giá trị bằng: $R = \dfrac{U_R}{I} = 10\,\Omega$

***Đáp số: R = 10 Ω***

**12.7.** Với dòng điện xoay chiều, cường độ hiệu dụng I liên hệ với cường độ cực đại $I_0$ bằng công thức nào?

A. $I = \dfrac{I_0}{2}$ B. $I = \dfrac{I_0}{3}$ C. $I = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ D. $I = \dfrac{I_0}{\sqrt{3}}$

**Hướng dẫn giải**

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

***Đáp án: C***

*Dùng cho các câu hỏi 8 và 9: Điện áp tức thời giữa hai đầu của một đoạn mạch xoay chiều là:* $u = 80\cos 100\pi t$ (V)

**12.8.** Tần số góc của dòng điện là:

A. $100\pi$ rad/s B. 100 Hz C. 50 Hz D. $100\pi t$

**Hướng dẫn giải**

Tần số góc của dòng điện là: $\omega = 100\pi$ rad/s

***Đáp án: A***

**12.9.** Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch đó là bao nhiêu?

A. 80 V B. 40 V C. $80\sqrt{2}$ V D. $40\sqrt{2}$ V

**Hướng dẫn giải**

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch đó là:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = \frac{80}{\sqrt{2}} = 40\sqrt{2}\text{ V}$$

***Đáp án: D***

**12.10.** Một đèn có ghi 110V – 100 W mắc nối tiếp với điện trở R vào một mạch xoay chiều có $u = 220\sqrt{2}\sin\omega t$ (V). Để đèn sáng bình thường R phải có giá trị bằng bao nhiêu?

A. 1210 Ω B. $\dfrac{10}{11}$ Ω C. 121 Ω D. 110 Ω

**Hướng dẫn giải**

$$U_Đ = 110\text{ V} ;\ P_Đ = 100\text{ W}$$

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch đó là:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 220\text{ V}$$

Để đảm bảo đèn sáng bình thường, phải mắc nối tiếp thêm vào mạch điện một điện trở sao cho:

$$U = U_Đ + U_R \Rightarrow U_R = U - U_Đ = 110\text{ V}$$

Và cường độ dòng điện trong mạch là: $I = \frac{P_Đ}{U_Đ} = \frac{10}{11}$ A

Điện trở R có giá trị bằng: $R = \frac{U_R}{I} = 121\ \Omega$

*Đáp án: C*

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**12.11.** Chọn câu trả lời đúng

Một khung dây dẫn quay đều với vận tốc 3600 vòng/phút trong một từ trường đều. Biết từ thông cực đại gửi qua khung là $\frac{1}{10\pi}$ Wb. Suất điện động cực đại xuất hiện trong khung là:

A. 6 V B. $6\sqrt{2}$ V C. 12 V D. $12\sqrt{2}$ V

**12.12.** Chọn câu trả lời đúng

Một khung dây quay đều quanh trục Δ trong một từ trường đều $\vec{B} \perp$ trục quay Δ với vận tốc góc ω. Từ thông cực đại gởi qua khung và suất điện động cực đại trong khung liên hệ với nhau bởi công thức:

A. $E_0 = \frac{\omega\phi_0}{\sqrt{2}}$ B. $E_0 = \frac{\phi_0}{\omega\sqrt{2}}$ C. $E_0 = \frac{\phi_0}{\omega}$ D. $E_0 = \omega\phi_0$

**12.13.** Chọn câu trả lời đúng

Một khung dây dẫn quay đều với vận tốc 3600 vòng/phút trong một từ trường đều. Trong khung xuất hiện một dòng điện xoay chiều có:

A. tần số 3600 Hz B. tần số góc 60 rad/s

C. chu kì 60 s. D. Cả A, B, C đều sai.

**12.14.** Chọn câu trả lời đúng

Cho một dòng điện xoay chiều có cường độ: $i = 4\sin(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (A) chạy qua một điện trở R = 100 Ω. Công suất tỏa nhiệt trên điện trở đó bằng:

A. 200 W B. 400 W C. 800 W D. 1600 W

**12.15.** Một khung dây hình chữ nhật có kích thước 25 cm x 40 cm, gồm 120 vòng dây, được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ B bằng 0,4 T. Trục đối xứng (Δ) của khung vuông góc với từ trường. Cho khung dây quay đều quanh trục (Δ) với vận tốc góc 120 vòng/phút. Chọn t = 0 là khi mặt phẳng khung dây có vị trí vuông góc với các đường cảm ứng từ trường.

a) Viết phương trình của suất điện động cảm ứng trong khung dây.

b) Tính suất điện động ở thời điểm $t = \frac{1}{6}$ s.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**12.11.** *C*

$$\omega = 3600 \text{ vòng/phút} = 120\pi \text{ rad/s}$$

$$E_0 = \omega\phi_0 = 12 \text{ V}$$

**12.12.** *D*

Từ thông cực đại gởi qua khung và suất điện động cực đai trong khung liên hệ với nhau bởi công thức $E_0 = \omega\phi_0$.

**12.13.** *D*

Tần số: $f = \frac{N}{t} = \frac{3600}{60} = 60 \text{ Hz}$

Tần số góc: $\omega = 2\pi f = 120\pi \text{ rad/s}$

Chu kì: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} \text{ s}$

$\Rightarrow$ Cả A, B, C đều sai.

**12.14.** *C*

Công suất tỏa nhiệt trên điện trở đó bằng:

$$P = \frac{1}{2}R.I_0^2 = \frac{1}{2}100.4^2 = 800 \text{ W}$$

**12.15.**

a) Phương trình của suất điện động cảm ứng trong khung:

$$e = E_0\sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: $S = 25 . 40 = 1\,000 \text{ cm}^2 = 0{,}1 \text{ m}^2$

$$\omega = 120 \text{ vòng/phút} = 4\pi \text{ rad/s}$$

$$E_0 = NBS\omega = 120 . 0{,}4 . 0{,}1 . 4\pi = 60 \text{ V}$$

b) Khi t = 0: mặt phẳng khung dây có vị trí vuông góc với các đường cảm ứng từ trường

$\Rightarrow$ Pháp tuyến $\vec{n}$ của mặt phẳng khung song song với $\vec{B} \Rightarrow \varphi = 0$

$$e = 60\sin 4\pi t \text{ (V)}$$

Khi $t = \frac{1}{6}$ s: $e = 60\sin(4\pi.\frac{1}{6}) = 30\sqrt{3} \text{ V}$

***Đáp số:*** *a)* $e = 60\sin 4\pi t$ *(V) ; b)* $e = 30\sqrt{3}$ *V*

# Bài 13 – CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Mạch điện xoay chiều chỉ chứa điện trở thuần R*

***a) Định luật Ôm***

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều thuần điện trở có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng và điện trở của mạch.

$$I = \frac{U}{R}$$

***b) Biểu thức điện áp u và cường độ dòng điện i***

Nếu $u = U_0 \cos \omega t$ thì $i = I_0 \cos\omega t$

*Tức là cường độ dòng điện tức thời trong mạch cùng pha với điện áp tức thời hai đầu mạch.*

### *2. Mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện C*

***a) Định luật Ôm***

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và dung kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_G} \text{ ; với } Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

***b) Biểu thức điện áp u và cường độ dòng điện i***

Nếu $u = U_0\cos\omega t$ thì $i = I_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

*Tức là cường độ dòng điện tức thời trong mạch sớm pha* $\frac{\pi}{2}$ *so với điện áp tức thời hai đầu mạch.*

***c) Ý nghĩa của dung kháng***

- Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$ là khả năng cản trở dòng điện.
- Đối với dòng điện không đổi, tần số $f = 0 \Rightarrow Z_C = \infty \Rightarrow$ *tụ C không cho dòng điện không đổi đi qua.*
- Đối với dòng điện xoay chiều, tần số $f \neq 0 \Rightarrow Z_C < \infty \Rightarrow$ *tụ C cho dòng AC đi qua*, nhưng cản trở dòng điện xoay chiều. Tần số dòng điện AC càng lớn $Z_C$ càng nhỏ $\Rightarrow$ cường độ dòng điện AC qua tụ càng lớn.
- Tụ điện có tác dụng làm cho cường độ dòng điện tức thời trong

mạch sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp tức thời hai đầu mạch.

### 3. Mạch điện xoay chiều chỉ chứa cuộn cảm thuần L

**a) Hiện tượng tự cảm**

- Từ thông tự cảm do dòng điện i trong mạch gây ra tại cuộn cảm L: $\phi = Li$
- Suất điện động tự cảm: $\xi_{tc} = -L\frac{di}{dt}$

**b) Định luật Ôm**

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa cuộn cảm thuần có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và cảm kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_L}\ ;\ \text{với}\ \ Z_L = L\omega$$

**c) Biểu thức điện áp u và cường độ dòng điện i**

Nếu $u = U_0\cos\omega t$ thì $i = I_0\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

*Tức là cường độ dòng điện tức thời trong mạch trễ pha* $\frac{\pi}{2}$ *so với điện áp tức thời hai đầu mạch.*

**d) Ý nghĩa của cảm kháng**

- Cảm kháng $Z_L = L\omega$ là khả năng cản trở dòng điện.
- Đối với dòng điện không đổi, tần số $f = 0 \Rightarrow Z_L = 0 \Rightarrow$ *cuộn cảm thuần L không cản trở dòng điện không đổi đi qua.*
- Đối với dòng điện xoay chiều, tần số f càng lớn $\Rightarrow$ $Z_L$ càng lớn $\Rightarrow$ *Cuộn L* cản trở dòng điện xoay chiều càng lớn.
- Cuộn cảm thuần có tác dụng làm cho cường độ dòng điện tức thời trong mạch trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp tức thời hai đầu mạch.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Ở hai đầu một tụ điện có một điện áp xoay chiều 240V, tần số 50 Hz. Dòng điện đi qua tụ điện có cường độ hiệu dụng 2,4 A. Điện dung C của tụ điện bằng:***

A. $\frac{10^{-4}}{\pi}F$ B. $\frac{10^{-4}}{2\pi}F$ C. $\frac{2.10^{-4}}{\pi}F$ D. $\frac{10^{-4}}{4\pi}F$

**Giải**

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{U}{I} = 100\,\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_c\omega} = \frac{10^{-4}}{\pi}\,F$$

*Đáp án: A*

**Bài 2:** ***Cho một đoạn mạch điện chỉ chứa điện trở R = 200 Ω. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều:***

$$u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(V)$$

***Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch bằng:***

***A. 0,5 A*** ***B.*** $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ***A*** ***C.*** $\sqrt{2}$ ***A*** ***D. 0***

**Giải**

Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch bằng:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{100}{200} = 0{,}5\text{ A}$$

*Đáp án: A*

**Bài 3:** ***Cho một đoạn mạch điện chỉ chứa cuộn cảm thuần có độ tự cảm L bằng*** $\frac{1}{2\pi}$ ***H. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều:***

$$u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(V)$$

***Biểu thức của dòng điện trong mạch là:***

***A.*** $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$ ***B.*** $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$

***C.*** $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A)$ ***D.*** $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(A)$

**Giải**

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4} - \varphi_L\right);\ \text{Với: } \varphi_L = \frac{\pi}{2}$$

Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = L\omega = \frac{1}{2\pi}.\ 100\pi = 50\,\Omega$

Giá trị cực đại của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$I_0 = \frac{U_0}{Z_L} = 2\sqrt{2}\text{ A}$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)\ (A)$$

***Đáp án: B***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**13.1.** Phát biểu định luật Ôm của dòng điện xoay chiều đối với mạch chỉ có

a) một tụ điện.

b) một cuộn cảm thuần.

**Trả lời**

Định luật Ôm của dòng điện xoay chiều đối với mạch chỉ có:

a) một tụ điện:

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa tụ điện có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và dung kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_C}\ ;\ \text{với}\ \ Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

b) một cuộn cảm thuần:

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều chỉ chứa cuộn cảm thuần có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và cảm kháng của mạch.

$$I = \frac{U}{Z_L}\ ;\ \text{với}\ \ Z_L = L\omega$$

**13.2.** Dựa vào định luật Ôm hãy so sánh tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều thể hiện trong:

a) $Z_C$ b) $Z_L$

**Trả lời**

So sánh tác dụng cản trở dòng điện xoay chiều thể hiện trong:

| $Z_C$ | $Z_L$ |
|---|---|
| Đối với dòng điện xoay chiều, tần số f càng lớn ⇒ $Z_C$ càng nhỏ, cường độ dòng điện AC qua tụ càng lớn ⇒ Tụ C cản trở dòng điện xoay chiều càng ít. | Đối với dòng điện xoay chiều, tần số f càng lớn ⇒ $Z_L$ càng lớn, cường độ dòng điện AC qua cuộn Lcàng nhỏ ⇒ Cuộn L cản trở dòng điện xoay chiều càng nhiều. |

▼

**13.3.** Điện áp giữa hai đầu một tụ điện:

$$u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t\ \ (V)$$

Cường độ hiệu dụng trong mạch I = 5 A.

a) Xác định C.

b) Viết biểu thức của i.

### Hướng dẫn giải

a) $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{U}{I} = 20\,\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_c\omega} = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ F

b) Biểu thức của i: $i = I_m\cos(100\pi t - \varphi_C)$

Trong đó: $I_m = I\sqrt{2} = 5\sqrt{2}$ A ; $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\ (A)$$

***Đáp số:** a)* $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}$ *F; b)* $i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ *(A)*

**13.4.** Điện áp giữa hai đầu một của cảm thuần:

$$u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (V)$$

Cường độ hiệu dụng trong mạch I = 5 A.

a) Xác định L.

b) Viết biểu thức của i.

### Hướng dẫn giải

a) Xác định L:

$$Z_L = L\omega = \frac{U}{I} = 20\,\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{1}{5\pi}\ H$$

b) Biểu thức của i:

$$i = I_m\cos(100\pi t - \varphi_L)$$

$$\text{Với: } \varphi_L = \frac{\pi}{2};\ I_m = \frac{U_m}{Z_L} = 5\sqrt{2}\ A$$

$$\Rightarrow i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\ (A)$$

***Đáp số:** a)* $L = \frac{1}{5\pi}$ *H; b)* $i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ *(A)*

**13.5.** Chứng minh rằng khi hai cuộn cảm thuần $L_1$, $L_2$ mắc nối tiếp trong một đoạn mạch xoay chiều thì cuộn cảm tương đương có cảm kháng cho bởi:

$$Z_L = (L_1 + L_2)\omega$$

### Hướng dẫn giải

Gọi $U_1$, $U_2$ và U lần lượt là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn $L_1$, $L_2$ và toàn mạch.

$Z_{L1}$, $Z_{L2}$ và $Z_L$ lần lượt là cảm kháng của cuộn $L_1$, $L_2$ và toàn mạch.

Khi hai cuộn cảm thuần $L_1$, $L_2$ mắc nối tiếp, ta có:

$$U = U_1 + U_2$$

Trong đó: $U_1 = Z_{L1}.I;\ U_2 = Z_{L2}.I;\ U = Z_L.I;$

$$Z_{L1} = L_1\omega;\ Z_{L2} = L_2\omega;\ Z_L = L\omega$$

Suy ra:

$$Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} \Rightarrow L\omega = L_1\omega + L_2\omega$$

Hay: $L = L_1 + L_2$ **(ĐPCM)**

**13.6.** Chứng minh rằng khi hai tụ $C_1$, $C_2$ mắc nối tiếp thì điện dung tương đương có dung kháng:

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} \text{ và } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

**Hướng dẫn giải**

Gọi $U_1$, $U_2$ và U lần lượt là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ $C_1$, $C_2$ và toàn mạch.

$Z_{C1}$, $Z_{C2}$ và $Z_C$ lần lược là dung kháng của tụ $C_1$, $C_2$ và toàn mạch.

Khi hai tụ $C_1$, $C_2$ mắc nối tiếp, ta có:

$$U = U_1 + U_2$$

Trong đó: $U_1 = Z_{C1}.I;\ U_2 = Z_{C2}.I;\ U = Z_C.I$

$$Z_{C1} = \frac{1}{C_1\omega};\ Z_{C2} = \frac{1}{C_2\omega};\ Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

Suy ra:

$$Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C_1\omega} + \frac{1}{C_2\omega}$$

Hay: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ **(ĐPCM)**

**13.7.** Một đoạn mạch chứa một số tụ điện có điện dung tương đương C. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp tức thời: $u = U_0\cos\omega t$. Cường độ hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

A. $\frac{U_0}{C\omega}$ B. $\frac{U_0}{\sqrt{2}C\omega}$ C. $U_0C\omega$ D. $\frac{U_0}{\sqrt{2}}C\omega$

**Hướng dẫn giải**

Cường độ hiệu dụng trong mạch là: $I = \frac{U}{Z_C} = \frac{U_0}{Z_C\sqrt{2}}$; $Z_C = \frac{1}{C\omega}$

Do đó: $I = \frac{U_0}{\sqrt{2}}C\omega$

***Đáp án: D***

**13.8.** Một đoạn mạch chứa một cuộn thuần cảm L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp tức thời: $u = U_0\cos\omega t$. Cường độ hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

A. $\frac{U_0}{L\omega}$ B. $\frac{U_0}{\sqrt{2}L\omega}$ C. $U_0L\omega$ D. $\frac{U_0}{\sqrt{2}}L\omega$

**Hướng dẫn giải**

Cường độ hiệu dụng trong mạch là: $I = \frac{U}{Z_L} = \frac{U_0}{Z_L\sqrt{2}}$ ; $Z_L = L\omega$

Do đó: $I = \frac{U_m}{\sqrt{2}L\omega}$

***Đáp án: B***

**13.9.** Điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos\omega t$ (A) đặt vào hai đầu một của cảm thuần thì tạo ra dòng điện có cường độ hiệu dụng trong mạch I = 2 A. Cảm kháng có giá trị bằng bao nhiêu?

A. 100 Ω B. 200 Ω C. $100\sqrt{2}$ Ω D.$200\sqrt{2}$ Ω

**Hướng dẫn giải**

$$Z_L = L\omega = \frac{U}{I} = 100\ \Omega$$

***Đáp án: A***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**13.10.** Chọn câu trả lời đúng

Đặt vào hai đầu một đoạn mạch điện chỉ chứa tụ điện $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F một điện áp là: $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$(V). Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức là:

A. $i = \sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ (A) B. $i = \sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})$ (A)

C. $i = \sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ (A) D. $i = \cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})$ (A)

**13.11.** Chọn câu trả lời đúng

Đoạn mạch xoay chiều AB chỉ chứa một trong các phần tử: điện trở thuần cuộn dây hoặc tụ điện. Khi đặt điện áp $u = U_0\cos(\omega t + \frac{\pi}{6})$ (V) lên hai đầu A và B thì dòng điện trong mạch có biểu thức: $i = I_0\cos(\omega t - \frac{\pi}{3})$ (A). Đoạn mạch AB chứa:

A. cuộn dây thuần cảm (cảm thuần). B. điện trở thuần.

C. tụ điện. D. cuộn dây không thuần cảm.

**13.12.** Ở hai đầu một tụ điện có một điện áp xoay chiều 220V– 60Hz. Dòng điện qua tụ có giá trị hiệu dụng 2 A.

a) Tính điện dung C của tụ điện.

b) Muốn cho dòng điện qua tụ có cường độ hiệu dụng là 6A, thì tần số của dòng điện phải bằng bao nhiêu?

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**13.10.** *B*

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = 200\ \Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức là:

$$i = I_0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} - \varphi_C\right)$$

Trong đó: $I_0 = \frac{U_0}{Z_C} = \sqrt{2}\ A$ ; $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)\ (A)$$

**13.11.** *A*

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{6} - \left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{\pi}{2}$$

⇒ Đoạn mạch AB chứa cuộn dây cảm thuần.

**13.12.**

a) Điện dung C của tụ điện: $\omega = 2\pi f = 120\pi$ rad/s

$$Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{C\omega} = \frac{U}{I} = 110\ \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_c\omega} \approx 24\ \mu F$$

b) Để dòng điện qua tụ có cường độ hiệu dụng là: I' = 6A, thì tần số của dòng điện phải bằng f' sao cho:

$$Z_C' = \frac{1}{2\pi f'C} = \frac{U}{I'}$$

$$\Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{I'}{I} = 3 \Rightarrow f' = 3f = 180\ Hz$$

***Đáp số: a) C = 24 μF ; b) f' = 180 Hz***

# Bài 14 – MẠCH R, L, C MẮC NỐI TIẾP

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1.Phương pháp giản đồ Fre–nen (Fesnel)***

- Một đại lượng xoay chiều hình sin dạng: $x_1 = X_1\sqrt{2}\cos\omega t$ được biểu diễn bằng một véctơ Fre–nen có độ dài tỉ lệ với giá trị hiệu dụng $X_1$ của đại lượng đó.
- Các véctơ Fre–nen được vẽ trong cùng một mặt phẳng gọi là *mặt phẳng pha.*
- Góc giữa hai véctơ Fre–nen bằng độ lệch pha giữa hai đại lượng

xoay chiều tương ứng.

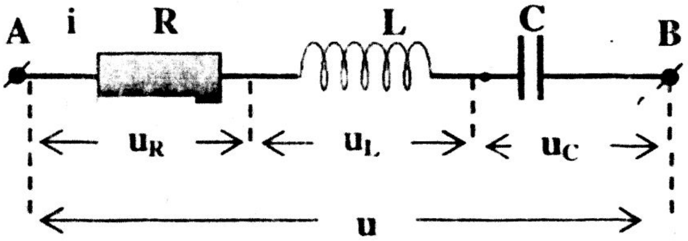
- Đồ thị biểu diễn các véctơ Fre–nen trên mặt phẳng pha gọi là *giản đồ Fre–nen.*

**2. *Mạch RLC nối tiếp***

$u = u_R + u_L + u_C$

$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ = độ lệch pha của u so với i.



**Hình 14.1**

Từ giản đồ Fre–nen trên hình 14.2, ta có:

$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

Trong đó:

$U = ZI$

$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ = tổng trở mạch

$Z_L = L\omega$ = cảm kháng ; $Z_C = \dfrac{1}{C\omega}$ = dung kháng

$$\tan\varphi = \frac{U_{0L} - U_{0C}}{U_{0R}} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

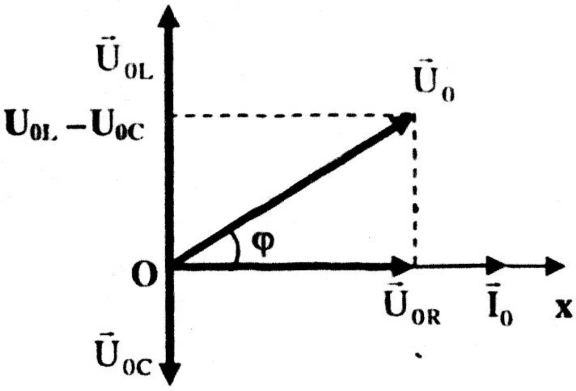
$$\cos\varphi = \frac{U_{0R}}{U_0} = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}$$

+ Nếu $Z_L > Z_C$ : mạch có tính cảm kháng $\Rightarrow \varphi > 0$ : u sớm pha hơn i.

+ Nếu $Z_L < Z_C$ : mạch có tính dung kháng $\Rightarrow \varphi < 0$ : u trễ pha hơn i.

+ Nếu $Z_L = Z_C$ : Cộng hưởng điện $\Rightarrow \varphi = 0$ : u cùng pha với i. Khi đó:

$$I = I_{max} = \frac{U}{R}$$



**Hình 14.2**

***Chú ý***

Nếu U = const ; thay đổi R (hoặc L, hoặc C) thì I và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu các phần tử sẽ thay đổi nhưng tỉ số:

$$\frac{U_L}{U_C} = \text{const} \ (\text{hoặc } \frac{U_R}{U_C} = \text{const}, \text{hoặc } \frac{U_L}{U_R} = \text{const})$$

*3. Tổng quát – Mạch $R_1...R_m L_1...L_n C_1...C_P$ nối tiếp*

$u = u_{R1} + ... + u_{Rm} + u_{L1} + ... + u_{Lm} + u_{C1} + ... + u_{Cp}$

$\vec{U} = \vec{U}_{R1} + ... + \vec{U}_{Rm} + \vec{U}_{L1} + ... + \vec{U}_{Ln} + \vec{U}_{C1} + ... + \vec{U}_{Cp}$

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ = độ lệch pha của u so với i.

Từ giản đồ véctơ

$$U^2 = (U_{R1} + ... + U_{Rm})^2 + [(U_{L1} + ... + U_{L2}) - (U_{C1} + ... + U_{C2})]^2$$

Trong đó:

$U = ZI$

$Z = \sqrt{(R_1 + ... + R_m)^2 + \left[(Z_{L1} + ... Z_{Ln}) - (Z_{C1} + .... + Z_{cp})\right]^2}$ = tổng trở mạch

$$\tan\varphi = \frac{(Z_{L1} + ... + Z_{Ln}) - (Z_{C1} + ... + Z_{CP})}{R_1 + ... + R_m}$$

***Chú ý***

*Nếu trong mạch không có phần tử nào thì bỏ phần giá trị của đại lượng liên quan tới phần tử đó trong công thức tổng quát.*

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Đặt vào hai đầu một mạch điện gồm RLC nối tiếp một điện áp xoay chiều có tần số $f = 50$ Hz. Biết điện trở thuần $R = 25\ \Omega$, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H. Để điện áp giữa hai đầu đoạn mạch trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với cường độ dòng điện thì dung kháng của tụ điện là:***

***A. 125 Ω*** ***B. 150 Ω*** ***C. 75 Ω*** ***D. 100 Ω***

**Giải**

$$Z_L = L\omega = 100\ \Omega,\ R = 25\ \Omega$$

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \tan(-\frac{\pi}{4}) = -1$$

$$\Rightarrow Z_C = Z_L + R = 125\ \Omega$$

***Đáp án: A***

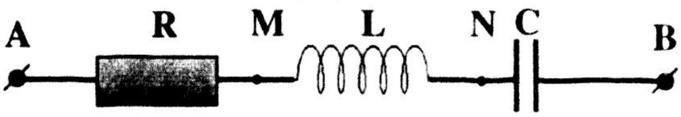
**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Cho một đoạn mạch điện AC như hình 14.3. Biểu thức của điện áp:*** $u_{AB} = U_0 \cos 100\pi t \ (V)$

***Người ta đo được các giá trị hiệu dụng:***

$U_{AM} = 20\ V$ ; $U_{MN} = 15\ V$; $U_{NB} = 30V$.

***Biểu thức của điện áp giữa hai đầu tụ C là:***



Hình 14.3

A. $u_C = 30\sqrt{2} \cos (100\pi t + \frac{37\pi}{180})(V)$

B. $u_C = 30\sqrt{2} \cos (100\pi t + \frac{127\pi}{180})(V)$

C. $u_C = 30\sqrt{2} \cos (100\pi t - \frac{53\pi}{180})(V)$

D. $u_C = 30\sqrt{2} \cos (100\pi t - \frac{\pi}{2})(V)$

**Giải**

Biểu thức của điện áp giữa hai đầu tụ C: $u_C = U_{mC} \cos(100\pi t - \varphi + \varphi_C)$

Trong đó: $U_{0C} = U_{0NB} = 30\sqrt{2}\ V$

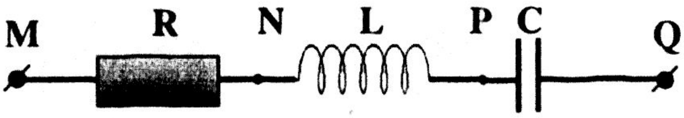
$$\tan\varphi = \frac{U_{MN} - U_{NB}}{U_{AM}} = -0{,}75 \Rightarrow \varphi = -\frac{37\pi}{180} \ ; \ \varphi_C = -\frac{\pi}{2}$$

Do đó: $u_C = 30\sqrt{2} \cos (100\pi t - \frac{53\pi}{180})(V)$

*Đáp án: C*

**Bài 3:** ***Cho một mạch điện xoay chiều như hình 14.4.***

***a) Biết các giá trị hiệu dụng*** $U_{MN} = 66V$, $U_{NP} = 88\ V$, $U_{PQ} = 200V$. ***Tính các giá trị hiệu dụng*** $U_{MP}$, $U_{NQ}$, $U_{MQ}$.

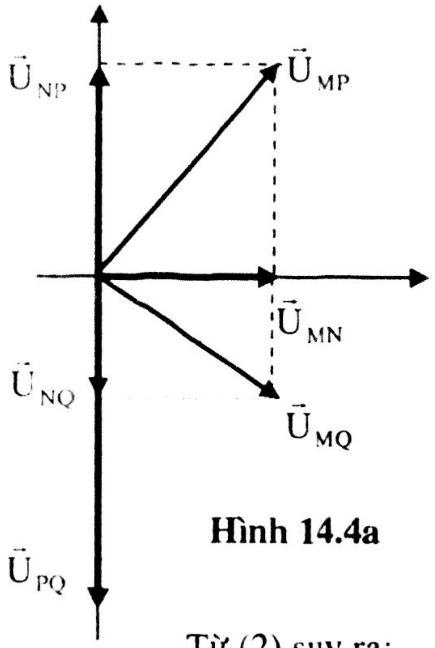


Hình 14.4

***b) Biết các giá trị hiệu dụng*** $U_{MP} = 220V$, $U_{NQ} = 224V$, $U_{MQ} = 260V$. ***Tính các giá trị hiệu dụng*** $U_{MN}$, $U_{NP}$ ***và*** $U_{PQ}$.

**Giải**

a) Từ giản đồ Fresnel trên hình 14.4a, ta có:



Hình 14.4a

$$U_{MP} = \sqrt{U_{MN}^2 + U_{NP}^2} = 110\ V$$

$$U_{NQ} = |U_{NP} - U_{PQ}| = 112\ V$$

$$U_{MQ} = \sqrt{U_{MN}^2 + (U_{NP} - U_{PQ})^2} = 130\ V$$

b) Tương tự ta có:

$$U_{MP}^2 = U_{MN}^2 + U_{NP}^2 \ (1)$$

$$U_{NQ} = |U_{NP} - U_{PQ}| \ (2)$$

$$U_{MQ}^2 = U_{MN}^2 + U_{NQ}^2 \ (3)$$

Từ (3) suy ra: $U_{MN} = \sqrt{U_{MQ}^2 - U_{NQ}^2} = 132\ V$

Từ (1) suy ra: $U_{NP} = \sqrt{U_{MP}^2 - U_{MN}^2} = 176\ V$

Từ (2) suy ra: $U_{NP} - U_{PQ} = \pm U_{NQ}$

Vậy có hai trường hợp:

$P_{PQ} = U_{NP} + U_{NQ} = 176 + 224 = 400\ V > 0$ ( **nhận**)

$P_{PQ} = U_{NP} - U_{NQ} = 176 - 224 < 0$ ( **loại**)

***Đáp số : a) $U_{MP} = 110\ V$; $U_{NQ} = 112\ V$; $U_{MQ} = 130\ V$***

***b) $U_{MN} = 132\ V$; $U_{NP} = 176\ V$; $U_{PQ} = 400\ V$***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**14.1.** Phát biểu định luật Ôm đối với một mạch điện xoay chiều có R, L, C mắc nối tiếp.

**Trả lời**

Cường độ hiệu dụng trong mạch điện xoay chiều có giá trị bằng thương số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch và tổng trở của mạch.

$$I = \frac{U}{Z}\ , \text{với } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

**14.2.** Dòng nào ở cột **A** tương ứng với dòng nào ở cột **B**?

| A | B |
|---|---|
| 1. Mạch R | a) u sớm pha so với i |
| 2. Mạch R, C nối tiếp | b) u sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i |
| 3. Mạch R, L nối tiếp | c) u trễ pha so với i |
| 4. Mạch R, L, C nối tiếp ( $Z_L > Z_C$) | d) u trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với i |
| 5. Mạch R, L, C nối tiếp ( $Z_L < Z_C$) | e) u cùng pha so với i |
| 6. Mạch R, L, C nối tiếp ( $Z_L = Z_C$) | f) cộng hưởng |

**Trả lời**

1. → e) ; 2. → c); 3. → a) ; 4. → a); 5. → c) ; 6. f)

*Hướng dẫn*

Gọi $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

- Mạch R ⇒ $\varphi = 0$ ⇒ u cùng pha so với i
- Mạch R, C nối tiếp ⇒ $\tan\varphi = -\dfrac{Z_C}{R} < 0 \Rightarrow \varphi < 0 \Rightarrow$ u trễ pha so với i
- Mạch R, L nối tiếp ⇒ $\tan\varphi = \dfrac{Z_L}{R} > 0 \Rightarrow \varphi > 0 \Rightarrow$ u sớm pha so với i
- Mạch R, L, C nối tiếp ( $Z_L > Z_C$) ⇒ $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} < 0 \Rightarrow \varphi < 0 \Rightarrow$ u trễ pha so với i.
- Mạch R, L, C nối tiếp ( $Z_C < Z_L$) ⇒ $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} > 0 \Rightarrow \varphi > 0 \Rightarrow$ u sớm pha so với i.
- Mạch R, L, C nối tiếp ( $Z_C = Z_L$) ⇒ $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = 0 \Rightarrow \varphi > 0$; cộng hưởng điện.

**14.3.** Trong mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp, cộng hưởng là gì? Đặc trưng của cộng hưởng?

**Trả lời**

Trong mạch điện xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp, cộng hưởng là khi:

$$Z_L = Z_C$$

Đặc trưng của cộng hưởng:

- $\varphi = 0$, tức u cùng pha với i.
- $I = I_{max} = \dfrac{U}{R}$ ; $U = U_R$

▼

**14.4.** Mạch điện xoay chiều gồm có R = 20 Ω nối tiếp với tụ điện $C = \dfrac{1}{2000\pi}$ F.

Xác định cường độ tức thời i, biết $u = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V).

**Hướng dẫn giải**

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = 20\ \Omega\ ;\ \ Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = 20\sqrt{2}\ \Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = 3$ A ; $\tan\varphi = -\dfrac{Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 3\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\ (A)$$

*Đáp số:* ***$i = 3\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\ (A)$***

**14.5.** Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 30\ \Omega$ nối tiếp với cuộn cảm $L = \frac{0,3}{\pi} H$. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Xác định i.

**Hướng dẫn giải**

$$Z_L = L\omega = 30\ \Omega\ ;\ Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 30\sqrt{2}\ \Omega$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $I_0 = \frac{U_0}{Z} = 4\ A\ ;\ \tan\varphi = \frac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 4\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (A)$$

*Đáp số:* ***$i = 4\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (A)$***

**14.6.** Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 30\ \Omega$ nối tiếp với tụ điện C. Cho điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch bằng 100 V, giữa hai đầu tụ điện bằng 80 V, tính $Z_C$ và cường độ hiệu dụng I.

**Hướng dẫn giải**

$$U = 100\ V;\ U_C = 80\ V$$

$$U^2 = U_R{}^2 + U_L{}^2 \Rightarrow U_R = \sqrt{U^2 - U_C^2} = 60\ V$$

Cường độ hiệu dụng bằng: $I = \frac{U_R}{R} = 2\ A$

Dung kháng bằng: $Z_C = \frac{U_C}{I} = 40\ \Omega$

***Đáp số: $I = 2A;\ Z_C = 40\ \Omega$***

**14.7.** Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 40\ \Omega$ nối tiếp với cuộn cảm L. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 80\cos 100\pi t$ (V) và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm $U_L = 40$ V.

a) Xác định $Z_L$.

b) Viết biểu thức của i.

**Hướng dẫn giải**

a) Xác định $Z_L$:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 40\sqrt{2}\ V;\ U_L = 40\ V$$

$$U^2 = U_R{}^2 + U_L{}^2 \Rightarrow U_R = \sqrt{U^2 - U_L^2} = 40\ V$$

Cường độ hiệu dụng bằng: $I = \dfrac{U_R}{R} = 1\ A$

Cảm kháng bằng: $Z_L = \dfrac{U_L}{I} = 40\ \Omega$

b) Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $I_0 = I\sqrt{2} = \sqrt{2}\ A$ ; $\tan\varphi = \dfrac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = \sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (A)$$

***Đáp số:*** *a)* $Z_L = 40\ \Omega$; *b)* $i = \sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (A)$

**14.8.** Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 30\ \Omega$, $C = \dfrac{1}{5000\pi}F$, $L = \dfrac{0,2}{\pi}H$. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 120\sqrt{2}\cos100\pi t\ (V)$. Viết biểu thức của i.

**Hướng dẫn giải**

$$Z_L = L\omega = 20\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 50\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 30\sqrt{2}\ \Omega$$

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = 4\ A$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

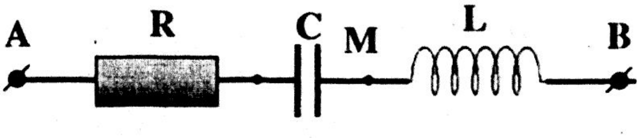
$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{20 - 50}{30} = -1 \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 4\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\ (A)$$

***Đáp số:*** $i = 4\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})\ (A)$

**14.9.** Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 40\ \Omega$, $C = \dfrac{1}{4000\pi}F$, $L = \dfrac{0,1}{\pi}H$. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch:



**Hình 14.5**

$$u = 120\sqrt{2}\cos100\pi t\ (V)$$

a) Viết biểu thức của i.

b) Tính $U_{AM}$ ( hình 14.5)

### Hướng dẫn giải

a) Viết biểu thức của i: $Z_L = L\omega = 10\ \Omega$; $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = 40\ \Omega$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 50\ \Omega$$

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = 2,4\sqrt{2}\ \text{A};\quad I = 2,4\ \text{A}$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{10 - 40}{40} = -\dfrac{3}{4} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{37\pi}{180}$

$$\Rightarrow i = 2,4\sqrt{2}\ \cos(100\pi t + \frac{37\pi}{180})\ (\text{A})$$

b) Tính $U_{AM}$:

$$U_{AM} = I.Z_{AM} = I\sqrt{R^2 + Z_C^2} = 2,4\,.\,40\sqrt{2} = 96\sqrt{2}\ \text{V}$$

***Đáp số:** a)* $i = 2,4\sqrt{2}\ \cos(100\pi t + \dfrac{37\pi}{180})\ (\text{A})$; *b)* $U_{AM} = 96\sqrt{2}\ \text{V}$

**14.10.** Mạch điện xoay chiều gồm có $R = 20\ \Omega$, $L = \dfrac{0,2}{\pi}$ H và $C = \dfrac{1}{2000\pi}$ F. Cho điện áp tức thời giữa hai đầu mạch $u = 80\cos 100\pi t$ (V). Tính $\omega$ để trong mạch có cộng hưởng. Khi đó viết biểu thức của i.

### Hướng dẫn giải

Trong mạch điện xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp, cộng hưởng là khi:

$$Z_L = Z_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 100\pi\ \text{rad/s}$$

$$Z = R \Rightarrow I_0 = \frac{U_0}{R} = 4\ \text{A};\ \varphi = 0$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi) \Rightarrow i = 4\cos 100\pi t\ (\text{A})$$

***Đáp số:*** $\omega = 100\pi\ \text{rad/s}$; $i = 4\cos 100\pi t\ (\text{A})$

**14.11.** Chọn câu đúng

Đoạn mạch RLC mắc nối tiếp có $R = 40\ \Omega$, $\dfrac{1}{C\omega} = 20\ \Omega$, $\omega L = 60\ \Omega$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Cường độ dòng điện tức thời trong mạch là:

A. $i = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A)

B. $i = 6\cos(\omega t + \dfrac{\pi}{4})$ (A)

C. $i = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t - \dfrac{\pi}{4})$ (A)

D. $i = 6\cos(100\pi t - \dfrac{\pi}{4})$ (A)

**Hướng dẫn giải**

$$Z_L = L\omega = 60\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 20\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 40\sqrt{2}\ \Omega\ ;\ I_0 = \frac{U_0}{Z} = 6\ A$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là: $i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$

Trong đó: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{60-20}{40} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow i = 6\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})\ (A)$$

***Đáp án: L***

**14.12.** Chọn câu đúng

Đoạn mạch RLC mắc nối tiếp có $R = 40\ \Omega$, $\frac{1}{C\omega} = 30\ \Omega$, $\omega L = 30\ \Omega$. Đặ

vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Biểu thức củ cường độ dòng điện tức thời trong mạch là:

A. $i = 3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$(A)  B. $i = 3\sqrt{2}$ (A)

C. $i = 3\cos 100\pi t$ (A)  D. $i = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A)

**Hướng dẫn giải**

$$Z_L = L\omega = 30\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 30\ \Omega$$

$$\Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow \text{Cộng hưởng điện}$$

$$Z = R \Rightarrow I_0 = \frac{U_0}{R} = 3\sqrt{2}\ A;\ \varphi = 0$$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi) \Rightarrow i = 3\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (A)$$

***Đáp án: L***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**14.13.** Chọn câu trả lời đúng

Đặt một điện áp xoay chiều: $u = U_0\cos\omega t$ (V) vào hai đầu một đoạn mạch điệ xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C mắc nố tiếp. Kí hiệu $U_R$, $U_L$ và $U_C$ tương ứng là điện áp hiệu dụng ở hai đầu các phầ tử R, L và C. Nếu $U_R = \frac{1}{2}U_L = U_C$ thì dòng điện qua đoạn mạch

A. trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch.

B. trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch.

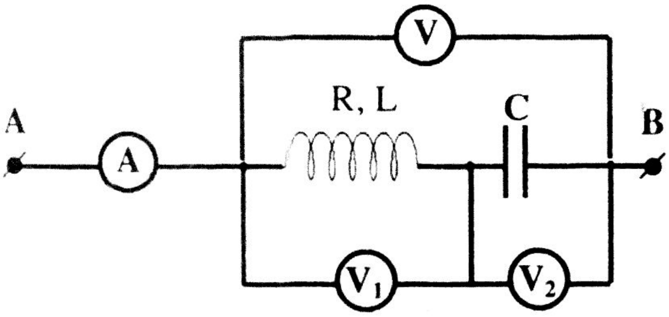
C. sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch.

D. sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch.

**14.14.** Cho một đoạn mạch điện xoay chiều như hình 14.6.

$$u_{AB} = U_0\cos 100\pi t\ (V)$$

Các máy đo lần lượt chỉ: Ampe kế A chỉ 4 A; Vôn kế $V_1$ chỉ 200 V; Vôn kế $V_2$ chỉ 240 V; Vôn kế V chỉ 200 V. Bỏ qua ảnh hưởng của các vôn kế và ampe kế.



**Hình 14.6**

a) Tính r, L của cuộn dây và điện dung C của tụ.

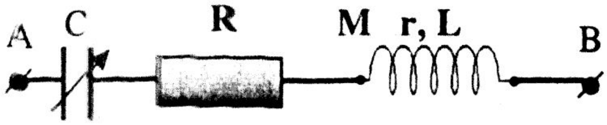
b) Viết biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch và của điện áp giữa hai đầu tụ C.

**14.15.** Cho một mạch điện xoay chiều như hình 14.7. Biết:

$$u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(V)$$

Điều chỉnh C sao cho cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch đạt cực đại và bằng 2 A. Khi đó:

$$u_{MB} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V)$$



**Hình 14.7**

a) Tính r, R, L và C.

b) Viết biểu thức của điện áp $u_{AM}$.

**14.16.** Cho một đoạn mạch gồm điện trở thuần R, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp, trong đó R, L, C có giá trị không đổi. Đặt vào hai đầu đoạn mạch trên điện áp: $u = U_0\cos\omega t$ (V), với ω có giá trị thay đổi còn $U_0$ không đổi. Khi $\omega = \omega_1 = 200\pi$ rad/s hoặc $\omega = \omega_2 = 50\pi$ rad/s thì dòng điện qua mạch có giá trị hiệu dụng bằng nhau. Xác định tần số góc ω để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch đạt cực đại.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**14.13.** ***B***

$$U_R = \frac{1}{2}U_L = U_C \Rightarrow \tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$$

⇒ dòng điện qua đoạn mạch trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp ở hai đầu đoạn mạch.

**14.14.**

a) Tính r, L, C: $\omega = 2\pi f = 100\pi$ rad/s

$$Z_C = \frac{U_2}{I} = 60\ \Omega \Rightarrow C = \frac{10^{-3}}{6\pi}F$$

$$Z_1^2 = r^2 + Z_L^2 = \left(\frac{U_1}{I}\right)^2 = 50^2 \qquad (1)$$

$$Z^2 = r^2 + (Z_L - Z_C)^2 = \left(\frac{U}{I}\right)^2 = 50^2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $Z_L - Z_C = \pm Z_L$

Trường hợp dấu (+): $Z_L = \frac{Z_C}{2} = 30\ \Omega \Rightarrow L = \frac{0,3}{\pi}H$

Trường hợp dấu (–): Vô nghiệm

Từ (1) suy ra: $r = 40\ \Omega$

b) Từ biểu thức: $u_{AB} = U_0\cos 100\pi t$

Ta có biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là:

$$i = I_0\cos(100\pi t - \varphi)$$

Trong đó: $I_0 = I\sqrt{2}\ A = 4\sqrt{2}\ A$

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{30-60}{40} = -\frac{3}{4} \Rightarrow \varphi = -\frac{37\pi}{180}$$

$$\Rightarrow i = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{37\pi}{180})\ (A)$$

Biểu thức của điện áp giữa hai đầu tụ C:

$$u_C = U_{0C}\cos(100\pi t + \frac{37\pi}{180} + \varphi_C)$$

Trong đó: $U_{0C} = Z_C.\ I_0 = 240\sqrt{2}$ V; $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow u_C = 240\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{53\pi}{180})\ (V)$$

***Đáp số: a)*** $C = \frac{10^{-3}}{6\pi}F$; $r = 40\Omega$; $L = \frac{0,3}{\pi}H$

***b)*** $i = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{37\pi}{180})\ (A)$; $u_C = 240\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{53\pi}{180})\ (V)$

**14.15.**

a) Ta có:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

Điều chỉnh C cho $I = I_{max}$ khi: $Z_C = Z_L \Rightarrow$ cộng hưởng điện

$$\Rightarrow Z = R + r = \frac{U}{I} = 100\ \Omega \qquad (1)$$

và: $\varphi = \varphi_{AB} = \varphi_u - \varphi_i = 0 \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u = \frac{\pi}{6}$

$$\Rightarrow \varphi_{MB} = \varphi_{uMB} - \varphi_i = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

Mặt khác: $Z_{MB} = \frac{U_{MB}}{I} = 50\ \Omega$

$$\Rightarrow \cos\varphi_{MB} = \frac{r}{Z_{MB}} = \cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 25\ \Omega$$

Thế vào (1) suy ra: $R = 75\ \Omega$

Mà: $\tan\varphi_{MB} = \frac{Z_L}{r} = \tan\frac{\pi}{3} = \sqrt{3}$

$$\Rightarrow Z_L = 25\sqrt{3}\ \Omega \Rightarrow L = \frac{\sqrt{3}}{4\pi}\ H$$

$$\Rightarrow Z_C = Z_L = 25\sqrt{3}\ \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C\omega} = \frac{4.10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}\ F$$

b) **Biểu thức của điện áp $u_{AM}$:**

**Vì $u_{AB} = u$** $= 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})(V)$ và $\varphi = 0$ nên:

$$u_{AM} = U_{0AM}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6} + \varphi_{AM})$$

Trong đó: $\tan\varphi_{AM} = -\frac{Z_C}{R} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{AM} = -\frac{\pi}{6}$

$$\cos\varphi_{AM} = \frac{R}{Z_{AM}} = \cos(-\frac{\pi}{6}) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow Z_{AM} = 50\sqrt{3}\ \Omega$$

$$\Rightarrow U_{0AM} = Z_{AM}.I_0 = 50\sqrt{3}.2\sqrt{2} = 100\sqrt{6}\ V$$

$$\Rightarrow u_{AM} = 100\sqrt{6}\cos 100\pi t\ (V)$$

***Đáp số:** a)* $r = 25\ \Omega$; $R = 75\ \Omega$; $L = \frac{\sqrt{3}}{4\pi}\ H$; $C = \frac{4.10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}\ F$

*b)* $u_{AM} = 100\sqrt{6}\cos 100\pi t\ (V)$

**14.16.** Để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch đạt cực đại thì tần số góc ω thoả: $Z_L = Z_C \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC}$ (1)

Mặt khác theo đề ta có: $I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow Z_1^2 = Z_2^2$

Mà: $Z_1^2 = R^2 + (Z_{1L} - Z_{1C})^2 = R^2 + (L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1})^2$ (2)

$$Z_2^2 = R^2 + (Z_{2L} - Z_{2C})^2 = R^2 + (L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2})^2 \quad (3)$$

Vì $\omega_2 \neq \omega_1$ nên từ (2) và (3) ta suy được:

$$L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} = \frac{1}{C\omega_2} - L\omega_2 \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_1\omega_2} \quad (4)$$

Từ (1) và (4) suy ra: $\omega = \sqrt{\omega_1\omega_2} = 100\pi$ rad/s

***Đáp số: $\omega = 100\pi$ rad/s***

# Bài 15 – CÔNG SUẤT ĐIỆN TIÊU THỤ CỦA MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU – HỆ SỐ CÔNG SUẤT

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Công suất của mạch điện AC*

***a) Công thức tổng quát cho công suất trung bình tiêu thụ của mạch điện bất kì***

$$P = UI\cos\varphi$$

Trong đó:

U là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch.

I là cường độ hiệu dụng trong mạch.

UI là công suất biểu kiến (công suất danh định).

$\cos\varphi$ là hệ số công suất của mạch.

***b) Trường hợp đặc biệt***

- ***Mạch $R_1 \ldots R_m$ $L_1 \ldots L_n C_1 \ldots C_P$ nối tiếp***

$$P = UI\cos\varphi = (R_1 + \ldots + R_m) I^2$$

Trong đó:

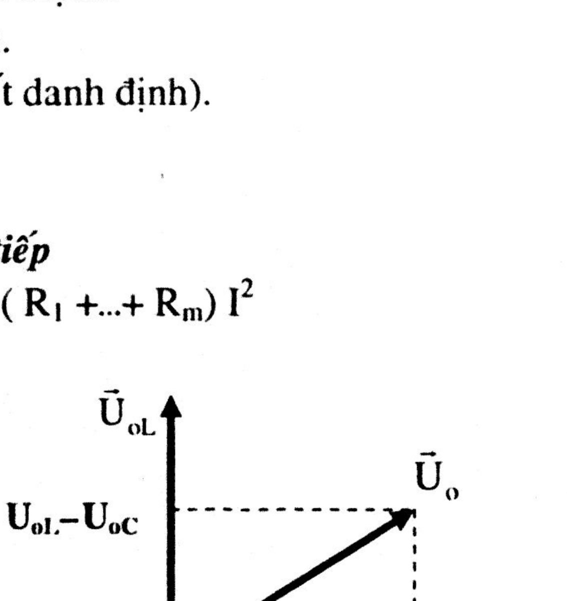
$$U = ZI \; ; \; \cos\varphi = \frac{R_1 + \ldots + R_m}{Z}$$

- ***Mạch RLC nối tiếp (hình 15.1)***

$$P = UI\cos\varphi = RI^2$$

Trong đó: $U = ZI$

$$\cos\varphi = \frac{U_{oR}}{U_o} = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}$$



Hình 15.1

### *c) Ý nghĩa của hệ số công suất*

- Khi cosφ = 1, tức φ = 0. Mạch chỉ chứa điện trở thuần R hay mạch RLC cộng hưởng. Công suất tiêu thụ của mạch lớn nhất và P = UI.
- Khi cosφ = 0, tức $\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$. Mạch chỉ chứa hoặc L, hoặc C hoặc LC. Công suất tiêu thụ của mạch nhỏ nhất và P = 0.
- Khi $0 < \cos\varphi < 1$ tức $-\frac{\pi}{2} < \cos\varphi < 0$ hay $0 < \cos\varphi < +\frac{\pi}{2}$:

  $$P = UI\cos\varphi < UI$$

  Công suất tiêu thụ của mạch nhỏ hơn công suất mà dòng điện cung cấp cho mạch.
- Để tăng hiệu quả sử dụng điện năng, ta phải tìm cách nâng cao hệ số công suất. Thực tế, người ta không dùng các thiết bị điện có $\cos\varphi < 0{,}85$.

### *2. Điều kiện để công suất mạch đạt giá trị cực đại*

➢ ***Nếu R, U = const. Thay đổi L hoặc C ,hoặc ω, hoặc f***

$$P = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$\Rightarrow P = P_{max} = \frac{U^2}{R} \text{ khi } Z_L = Z_C \text{ : cộng hưởng điện} \Rightarrow \cos\varphi = 1$$

➢ ***Nếu L , C , ω, U = const. Thay đổi R***

$$P = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$$

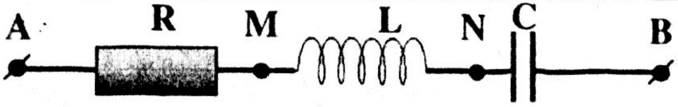
$$\Rightarrow P = P_{max} = \frac{U^2}{2R} \text{ khi } R = |Z_L - Z_C| \text{ (Bất đẳng thức Côsi)}$$

$$\Rightarrow Z = R\sqrt{2} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

*Cho một mạch điện như hình 15.2:*



**Hình 15.2**

*Cho* $L = \frac{2}{\pi}H$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}F$, $R = 100\,\Omega$, $U_{AB} = U = 200\sqrt{2}$ *V,* $f = 50Hz$.

*Công suất tiêu thụ của đoạn mạch bằng:*

*A.* $100\sqrt{2}$ *W* *B. 200 W* *C.* $200\sqrt{2}$ *W* *D. 400 W*

**Giải**

$$Z_L = L\omega = 200\,\Omega\ ,\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 100\,\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 100\sqrt{2}\,\Omega \Rightarrow I = \frac{U}{Z} = 2\text{ A}$$

$$\Rightarrow P = RI^2 = 400\text{ W}$$

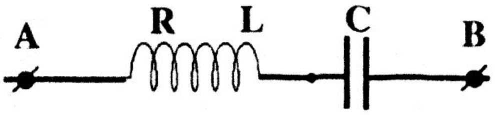
***Đáp án: D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

*Cuộn dây có điện trở R và độ tự cảm* $L = \frac{2}{\pi}H$ *mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung* $C = \frac{50}{\pi}\mu F$ *như hình 15.3. Đặt vào hai đầu AB một điện áp AC có biểu thức:*

$u = 220\sqrt{2}\cos 2\pi ft$ *(V) có tần số f thay đổi được.*

*Thay đổi f để công suất mạch đạt cực đại. Giá trị của f khi đó bằng:*



**Hình 15.3**

*A. 25 Hz* *B. 50 Hz* *C. 100 Hz* *D. 200 Hz*

**Giải**

$$P = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

Điều kiện để công suất mạch cực đại là điều kiện cộng hưởng:

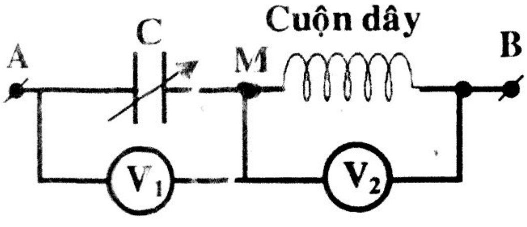
$$Z_L = Z_C \Rightarrow 2\pi f L = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 50\text{ Hz}$$

***Đáp án: B***

**Bài 3:** ***Cho một mạch điện AC như hình 15.4, gồm một tụ điện có điện dung C thay đổi được và cuộn dây có độ tự cảm L. Đặt vào hai đầu AB một điện áp AC ổn định :***

$$u = 200\sqrt{3}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(V)$$

***Khi*** $C = \frac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}$ ***F thì hai vôn kế*** $V_1$, $V_2$ ***chỉ cùng trị số và điện áp*** $u_{AM}$ ***lệch pha so với điện áp*** $u_{MB}$ ***một góc*** $\frac{2\pi}{3}$ ***rad. Coi điện trở của các vôn kế rất lớn và của các dây nối là không đáng kể.***



Hình 15.4

***a) Chứng tỏ rằng cuộn dây có điện trở thuần r . Tính r và L.***

***b) Viết biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu vôn kế*** $V_1$ ***và*** $V_2$.

***c) Thay đổi C để công suất mạch đạt cực đại. Tính C và giá trị cực đại đó.***

**Giải**

a) Ta có: $Z_C = 100\sqrt{3}\ \Omega$

$$U_2 = U_1 \Rightarrow Z_2 = Z_1 = Z_C = 100\sqrt{3}\ \Omega$$

- ➢ Đoạn mạch hai đầu vôn kế $V_1$ chỉ chứa tụ C: mạch có tính dung kháng

$\Rightarrow u_1$ trễ pha hơn i, và: $\varphi_1 = \varphi_{u1} - \varphi_i = \varphi_C = -\frac{\pi}{2}$

- ➢ Đoạn mạch hai đầu vôn kế $V_2$ chứa cuộn dây: mạch có tính cảm kháng

$\Rightarrow u_2$ sớm pha hơn i. Theo đề:

$$\varphi_{u2} - \varphi_{u1} = (\varphi_{u2} - \varphi_i) - (\varphi_{u1} - \varphi_i) = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 + \frac{2\pi}{3} = \frac{\pi}{6}$$

- ➢ Giả sử cuộn dây không có điện trở thuần r $\Rightarrow$ Cuộn thuần cảm. Khi đó:

$\varphi_{u2} - \varphi_{u1} = (\varphi_{u2} - \varphi_i) - (\varphi_{u1} - \varphi_i) = \varphi_L - \varphi_C = \pi \neq \frac{2\pi}{3} \Rightarrow$ Trái với đề bài

$\Rightarrow$ ***cuộn dây có điện trở thuần r.***

Áp dụng các công thức:

$$\cos\varphi_2 = \frac{r}{Z_2} = \cos\frac{\pi}{6} \text{ và } \mathrm{tg}\varphi_2 = \frac{Z_L}{r} = \mathrm{tg}\frac{\pi}{6}$$

Ta suy ra: $r = 150\,\Omega$

$$Z_L = 50\sqrt{3}\,\Omega \Rightarrow L = \frac{\sqrt{3}}{2\pi}\text{ H}$$

b) Biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu vôn kế $V_1$

$$u_1 = U_{01}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6} - \varphi + \varphi_1\right)$$

Trong đó: $\text{tg}\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{r} = -\dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{6}$

$$\cos\varphi = \frac{r}{Z} = \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow Z = 100\sqrt{3}\,\Omega$$

$$U_{01} = Z_1.I_0$$

Với: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = 2\text{A} \Rightarrow U_{01} = ZI_0 = 200\sqrt{3}\text{ V}$

Và: $\varphi_1 = \varphi_C = -\dfrac{\pi}{2} \Rightarrow u_1 = 200\sqrt{3}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{V})$

- Biểu thức của điện áp tức thời giữa hai đầu vôn kế $V_2$

$$u_2 = U_{02}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6} - \varphi + \varphi_2\right)$$

Trong đó: $U_{02} = U_{01} = 200\sqrt{3}\text{ V};\ \varphi_2 = \dfrac{\pi}{6}$

$$\Rightarrow u_2 = 200\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{V})$$

c) Ta có: $P = r.I^2 = r.\dfrac{U^2}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Thay đổi C để công suất mạch đạt cực đại. Khi đó:

$$Z_C = Z_L = 50\sqrt{3}\,\Omega \Rightarrow C = \frac{10^{-3}}{\sqrt{3}\pi}\text{ F}$$

$$P_{max} = \frac{U^2}{r} = 400\text{ W};\ \text{Với: } U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 100\sqrt{6}\text{ V}$$

***Đáp số:*** *a)* $r = 150\,\Omega$*;* $L = \dfrac{\sqrt{3}}{2\pi}$ *H; b)* $u_1 = 200\sqrt{3}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(V)$

$u_2 = 200\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)(V)$ *; c)* $P = 400W$

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

?

**15.1.** Công suất tiêu thụ điện trong một mạch điện xoay chiều phụ thuộc vào những đại lượng nào?

**Trả lời**

Công suất tiêu thụ điện trong một mạch điện xoay chiều được tính bởi công thức: $P = UI\cos\varphi$

Do đó nó phụ thuộc vào hiệu điện thế giữa hai đầu mạch, cường độ dòng điện qua mạch và độ lệch pha giữa chúng.

▽

**15.2.** Hệ số công suất của một mạch điện RLC nối tiếp bằng:

A. RZ B. $\frac{Z_L}{Z}$ C. $\frac{R}{Z}$ D. $\frac{Z_C}{Z}$

**Hướng dẫn giải**

Hệ số công suất của một mạch điện xoay chiều bằng: $\frac{R}{Z}$

***Đáp án: C***

**15.3.** Hệ số công suất của một mạch điện xoay chiều gồm R, L, C nối tiếp với $Z_L = Z_C$:

A. bằng 0 B. bằng 1 C. phụ thuộc R. D. phụ thuộc $\frac{Z_C}{Z_L}$

**Hướng dẫn giải**

Hệ số công suất của một mạch điện xoay chiều gồm R, L, C nối tiếp được tính bởi công thức: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

Khi $Z_L = Z_C \Rightarrow \cos\varphi = 1$.

***Đáp án: B***

**15.4.** Mạch điện xoay chiều nối tiếp R = 10 Ω; $Z_L$ = 8 Ω; $Z_C$ = 6 Ω với tần số f. Giá trị của tần số để hệ số công suất bằng 1:

A. là một số nhỏ hơn f. B. là một số lớn hơn f.

C. là một số bằng hơn f. D. không tồn tại.

**Hướng dẫn giải**

Gọi f' là tần số để hệ số công suất bằng 1, khi đó:

$$Z_L' = 2\pi f'L = Z_C' = \frac{1}{2\pi f'C} \Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Với: $$L = \frac{Z_L}{2\pi f};\ C = \frac{1}{2\pi f Z_C} \Rightarrow \sqrt{LC} = \frac{1}{2\pi f}\sqrt{\frac{Z_L}{Z_C}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $f' = f\sqrt{\dfrac{Z_C}{Z_L}} = \sqrt{\dfrac{6}{8}}f < f$

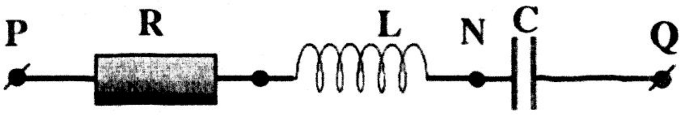
Vậy, giá trị của tần số để hệ số công suất bằng 1 là một số nhỏ hơn f.

***Đáp án: A***

**15.5.** Cho mạch điện trên hình 15.5, trong đó L là một cuộn cảm thuần, điện áp hai đầu mạch:
$u_{PQ} = 60\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V), các điện áp hiệu dụng $U_{NP} = U_{NQ} = 60$ V. Hệ số công suất của mạch là bao nhiêu?

A. $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ B. $\dfrac{1}{3}$

C. $\dfrac{\sqrt{2}}{2}$ D. $\dfrac{1}{2}$



**Hình 15.5**

**Hướng dẫn giải**

$$U_C = U_{NQ} = 60 \text{ V} \qquad (1)$$
$$U_{NP}^2 = U_R^2 + U_L^2 = 60^2 \qquad (2)$$
$$U_{PQ}^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = 60^2 \qquad (3)$$

Từ (2) và (3) suy ra: $(U_L - U_C)^2 = U_L^2 \Rightarrow U_L - U_C = \pm U_L$

Trường hợp dấu (+): Vô nghiệm

Trường hợp dấu (–): $U_L = \dfrac{U_C}{2} = 30$ V (4)

Thế (4) vào (2) ta được: $U_R = \sqrt{U_{NP}^2 - U_L^2} = 30\sqrt{3}$ V

Hệ số công suất của mạch là: $\cos\varphi = \dfrac{U_R}{U_{PQ}} = \dfrac{30\sqrt{3}}{60} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$

***Đáp án: A***

**15.6.** Mạch điện xoay chiều nối tiếp gồm R = 30 Ω; $L = \dfrac{5{,}0}{\pi}$ mH; $C = \dfrac{50}{\pi}$ μF cung cấp bởi điện áp hiệu dụng 100 V, f = 1 kHz. Hãy xác định công suất tiêu thụ và hệ số công suất.

**Hướng dẫn giải**

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \,.\, 1000 = 2000\pi \text{ rad/s}$$
$$Z_L = L\omega = 10\,\Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 10\,\Omega \Rightarrow Z_L = Z_C$$
$$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = R = 30\,\Omega$$
$$\Rightarrow I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R} = \frac{10}{3} \text{ A}$$

Công suất tiêu thụ và hệ số công suất:

$$P = RI^2 = 30 \,.\left(\frac{10}{3}\right)^2 \approx 333{,}3 \text{ W và } \cos\varphi = \frac{R}{Z} = 1$$

***Đáp số: P = 333,3 W; cosφ = 1***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**15.7.** Chọn câu trả lời đúng

Cho đoạn mạch điện gồm RrLC mắc nối tiếp. Trong đó R = 80 Ω, r = 20 Ω. $L = \frac{2}{\pi}$ H, C thay đổi được. Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là:

$$u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t \text{ (V)}$$

Thay đổi C để công suất mạch cực đại. Giá trị cực đại này bằng:

A. 180 W B. 144 W C. 288 W D. 720 W

**15.8.** Chọn câu trả lời đúng

Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều là:

$$u = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (V)}$$

và cường độ dòng điện qua mạch là: $i = 4\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (A). Công suất tiêu thụ của đoạn mạch đó là:

A. 200 W B. 400 W

C. 800 W D. Một giá trị khác.

**15.9.** Chọn câu trả lời đúng

Cho mạch điện gồm RLC mắc nối tiếp. Biết $L = \frac{2}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, R là biến trở. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch là:

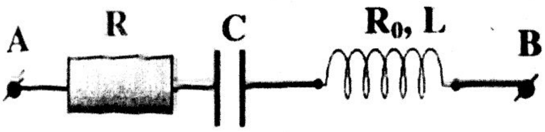
u = 200 cos 100 πt (V). Thay đổi R để công suất mạch đạt cực đại. Khi đó:

A. $P_{max} = 100$ W B. $P_{max} = 200$ W

C. $P_{max} = 400$ W D. Một giá trị khác.

**15.10.** Chọn câu trả lời đúng

Cho một đoạn mạch điện như hình 15.6, có $u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) $L = \frac{5}{\pi}$ H, $R = R_0 = 200$ Ω. Tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F. Để công suất của mạch đạt cực đại, người ta mắc thêm một tụ $C_1$ với C.



Hình 15.6

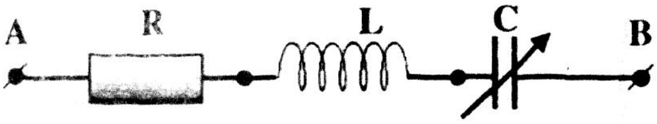
A. $C_1 = \frac{10^{-4}}{3\pi}$ F và mắc song song. B. $C_1 = \frac{10^{-4}}{3\pi}$ F và mắc nối tiếp.

C. $C_1 = \frac{3.10^{-5}}{\pi}$ F và mắc song song. D. $C_1 = \frac{3.10^{-5}}{\pi}$ F và mắc nối tiếp.

**15.11.** Cho một đoạn mạch điện AC như hình 15.7:

Cho R = 25 Ω, $L = \frac{1}{2\pi}$ H và tụ C biến đổi.

$$u_{AB} = u = 390\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})(V)$$



Hình 15.7

a) Cho $c = \frac{10^{-3}}{11\pi}F$. Tính tổng trở mạch, công suất và hệ số công suất mạch.

b) Thay đổi C sao cho công suất mạch đạt cực đại. Tính C, công suất mạch, hệ số công suất và viết biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch khi đó.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**15.7.** ***B***

Thay đổi C để công suất mạch cực đại, khi đó: $Z_L = Z_C$

$$\Rightarrow P_{max} = \frac{U^2}{R + r} = 144\ W$$

**15.8.** ***A***

Công suất tiêu thụ của đoạn mạch đó là: $P = UI\cos\varphi$

Với: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3} \Rightarrow P = 200\ W$

**15.9.** ***A***

$$Z_L = L\omega = 200\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 100\ \Omega$$

Thay đổi R để công suất mạch đạt cực đại. Khi đó:

$$R = |Z_L - Z_C| = 100\ \Omega \Rightarrow P_{max} = \frac{U^2}{2R} = 100\ W$$

**15.10.** ***B***

$$Z_L = L\omega = 500\ \Omega;\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = 200\ \Omega$$

Công suất mạch: $P = (R + R_0).I^2 = (R + R_0).\frac{U^2}{(R + R_0)^2 + (Z_L - Z_{Ctd})^2}$

Để công suất của mạch đạt cực đại, ta mắc $C_1$ với C sao cho điện dung tương đương $C_{td}$ của chúng thỏa mãn điều kiện cộng hưởng điện:

$$Z_{Ctd} = Z_L = 500\ \Omega \Rightarrow Z_{Ctd} > Z_C$$

$$\Rightarrow Z_{Ctd} = Z_C + Z_{C1} \Rightarrow Z_{C1} = 300\ \Omega \Rightarrow C_1 = \frac{10^{-4}}{3\pi}F$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C_{td}\omega} = \frac{1}{C_0\omega} + \frac{1}{C_1\omega} \Rightarrow \frac{1}{C_{td}} = \frac{1}{C_0} + \frac{1}{C_1} \Rightarrow \text{Mắc nối tiếp}$$

**15.11.**

a) Ta có: $Z_L = 50\ \Omega;\ Z_C = 110\ \Omega$

Tổng trở mạch:

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 65\ \Omega \Rightarrow I = \frac{U}{Z} = 6\ A$$

Công suất mạch: $P = R.I^2 = 900\ W$

Áp dụng công thức: $P = U.I.\cos\varphi$

Suy ra hệ số công suất mạch: $\cos\varphi = \dfrac{P}{U.I} = 0{,}385$

b) Công suất mạch: $P = R.I^2 = R.\dfrac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Thay đổi C sao cho công suất mạch đạt cực đại. Khi đó:

$Z_C = Z_L = 50\ \Omega \Rightarrow$ Cộng hưởng **điện**

$$\Rightarrow C = \frac{10^{-3}}{5\pi} F\ ;\ Z = R = 25\ \Omega;\ \varphi = 0$$

Công suất mạch: $P_{max} = \dfrac{U^2}{R} = 6084\ W$

Hệ số công suất mạch: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = 1$

Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch: $i = I_0\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4} - \varphi\right)$

Trong đó: $I_0 = \dfrac{U_0}{R} = 15{,}6\sqrt{2}\ A;\ \varphi = 0$

$$\Rightarrow i = 15{,}6\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$$

***Đáp số : a) $Z = 65\ \Omega$; $P = 900W$; $\cos\varphi = 0{,}385$***

***b) $C = \dfrac{10^{-3}}{5\pi} F$; $P_{max} = 6084\ W$; $\cos\varphi = 1$ ; $i = 15{,}6\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)(A)$***

# Bài 16 – TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG – MÁY BIẾN ÁP

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Giảm hao phí điện năng khi truyền tải đi xa*

- *Công suất hao phí khi truyền tải điện năng đi xa*

  + Yêu cầu của việc truyền tải điện năng là giảm hao phí điện năng từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ điện và giảm kinh phí xây dựng đường dây truyền tải.

  Gọi $P_{phát}$ là công suất điện ở nhà máy phát điện cần truyền tải

  $U_{phát}$ là điện áp ở hai đầu mạch .

  I = cường độ dòng điện hiệu dụng trên đường truyền tải.

  R : điện trở tổng cộng của dây tải điện.

  $$P_{phát} = U_{phát}.\ I$$

  + Công suất hao phí trên đường dây là:

  $$P_{hao} = RI^2 = R\frac{P^2_{phát}}{U^2_{phát}}$$

- *Hai cách giảm hao phí điện năng khi truyền tải*

  ➢ Giảm R: phải tăng tiết diện dây và tăng sức chống đỡ của các trụ cột điện ⇒ Không kinh tế.

  ➢ Tăng $U_{phát}$ : dùng máy biến thế (biến áp) ⇒ Ít tốn kém. Đó là biện pháp đang được sử dụng rộng rãi.

### *2. Biến áp (biến thế)*

**a) Định nghĩa**

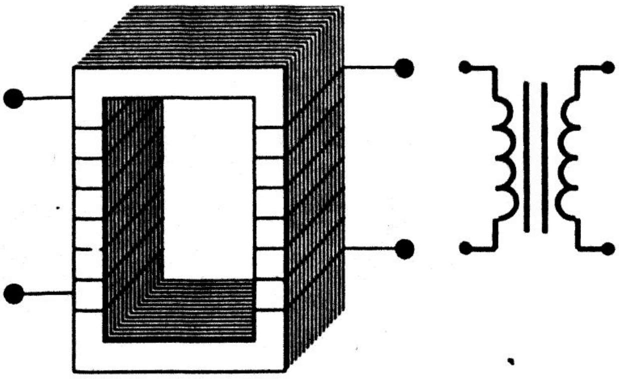
Máy biến áp là một thiết bị cho phép biến đổi điện áp của dòng điện AC.

**b) Nguyên tắc cấu tạo gồm**

- *Hai cuộn dây dẫn:* thường bằng đồng có điện trở nhỏ, quấn trên cùng một lõi thép chung có số vòng dây khác nhau:

  ➢ Cuộn sơ cấp nối với mạch điện AC cần biến đổi điện áp, có số vòng dây $N_1$.

  ➢ Cuộn thứ cấp nối với tải tiêu thụ, có số vòng dây $N_2$.



- *Lõi thép*: (Thép tôn silíc) gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện nhau.

*c)* ***Nguyên tắc hoạt động***: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Dòng điện AC qua cuộn sơ cấp làm phát sinh ra từ trường biến thiên trong lõi thép ⇒ từ thông qua *một vòng dây* của hai cuộn dây: $\phi_0 = \phi_m \cos\omega t$

+ Từ thông qua cuộn sơ cấp và thứ cấp:

$$\phi_1 = N_1\phi_m\cos\omega t \quad \text{và} \quad \phi_2 = N_2\phi_m\cos\omega t$$

+ Suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp:

$$e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = \omega N_2\phi_m\sin\omega t$$

+ Trong cuộn thứ cấp có dòng điện cảm ứng biến thiên điều hòa, cùng tần số với dòng điện ở cuộn sơ cấp.

### 3. Hiệu suất biến áp

- ***Tỉ số biến áp*** $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$

Nếu $\frac{N_2}{N_1} > 1$: máy tăng áp; Nếu $\frac{N_2}{N_1} < 1$: máy hạ áp.

- ***Hiệu suất biến áp*** $H = \frac{P_2}{P_1}$ (%)

Với $P_1$ là công suất đưa vào ở mạch sơ cấp.

$P_2$ công suất tiêu thụ ở mạch thứ cấp.

Nếu bỏ qua sự hao phí điện năng của máy thì công suất ở hai mạch sơ cấp và thứ cấp bằng nhau : $U_1I_1 = U_2I_2$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

## . CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời sai***

***Khi truyền tải một công suất điện P từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ, để giảm hao phí trên đường dây do tỏa nhiệt ta có thể:***

***A. Tăng tiết diện dây truyền tải.***

***B. Giảm chiều dài dây truyền tải.***

***C. Tăng điện áp trước khi truyền tải.***

***D. Giảm điện áp trước khi truyền tải.***

**Giải**

Khi truyền tải một công suất điện P từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ, để giảm hao phí trên đường dây do tỏa nhiệt ta có thể giảm điện trở của dây dẫn và tăng điện áp trước khi truyền tải ⇒ Câu sai D.

***Đáp án:D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một máy hạ thế có tỉ số vòng dây giữa các cuộn sơ cấp $N_1$ và thứ cấp $N_2$ là 10. Cuộn sơ cấp được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng là $U_1 = 220$ V, tần số $f = 50$ Hz. Cuộn thứ cấp được mắc với một mạch ngoài là cuộn cảm có điện trở $R = 6$ Ω và độ tự cảm $L = \dfrac{8.10^{-2}}{\pi}$ H. Bỏ qua mọi mất mát năng lượng trong máy biến thế. Cường độ hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp là:***

***A. 2,2 A*** ***B. 22 A*** ***C. 1,1 A*** ***D. 11 A***

**Giải**

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}; Z_L = L\omega = 8\ \Omega$$

Tổng trở của mạch thứ cấp là: $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 10\ \Omega$

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mạch thứ cấp là:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = 10 \Rightarrow U_2 = \frac{U_1}{10} = 22 \text{ V}$$

Cường độ hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp là:

$$I_2 = \frac{U_2}{Z} = 2,2 \text{ A}$$

***Đáp án: A***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trên cùng một đường dây tải điện, nếu dùng máy biến thế để tăng điện áp ở hai đầu dây dẫn lên 100 lần thì công suất hao phí vì tỏa nhiệt trên đường dây sẽ:***

***A. tăng 1000 lần.*** ***B. giảm 1000 lần.***

***C. tăng $10^6$ lần.*** ***D. giảm $10^4$ lần.***

**Giải**

Từ công thức công suất tiêu hao trên đường dây tải điện:

$$P_{\text{hao phí}} = R.\frac{P^2_{\text{phát}}}{U^2_{\text{phát}}}$$

Nếu dùng máy biến thế để tăng điện áp ở hai đầu dây dẫn $U_{phát}$ lên 100 lần thì công suất hao phí vì tỏa nhiệt trên đường dây sẽ giảm đi $10^4$ lần.

***Đáp án: D***

## . HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

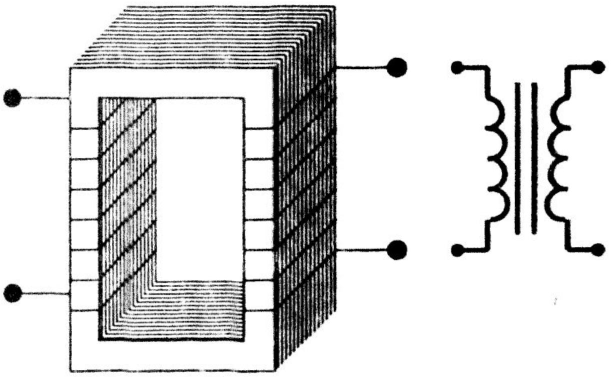
**6.1.** Biến áp là gì? Nêu cấu tạo và nguyên tắc làm việc của biến áp.

Trả lời

***a) Định nghĩa***

Máy biến áp là một thiết bị cho phép biến đổi điện áp của dòng điện AC.

***b) Nguyên tắc cấu tạo gồm***



- *Hai cuộn dây dẫn:* thường bằng đồng có điện trở nhỏ, quấn trên cùng một lõi thép chung có số vòng dây khác nhau:
  - ➢ Cuộn sơ cấp nối với mạch điện AC cần biến đổi điện áp, có số vòng dây $N_1$.
  - ➢ Cuộn thứ cấp nối với tải tiêu thụ, có số vòng dây $N_2$.
- *Lõi thép*: (Thép tôn silíc) gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện nhau.

***c) Nguyên tắc làm việc***: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Dòng điện AC qua cuộn sơ cấp làm phát sinh ra từ trường biến thiên trong lõi thép ⇒ từ thông qua *một vòng dây* của hai cuộn dây:

$$\phi_0 = \phi_m \cos\omega t$$

+ Từ thông qua cuộn sơ cấp và thứ cấp:

$$\phi_1 = N_1\phi_m\cos\omega t \text{ và } \phi_2 = N_2\phi_m\cos\omega t$$

+ Suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp:

$$e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = \omega N_2\phi_m\sin\omega t$$

+ Trong cuộn thứ cấp có dòng điện cảm ứng biến thiên điều hòa, cùng tần số với dòng điện ở cuộn sơ cấp.

▽

**6.2.** Máy biến áp lí tưởng làm việc bình thường có tỉ số biến áp bằng 3. Khi $(U_1, I_1) = (360V, 6 A)$, thì $(U_2, I_2)$ bằng:

A. (1080 V, 18 A)  B. (120V, 2 A)

C. (1080V, 2 A)  D. (120 V, 18 A)

**Hướng dẫn giải**

Biến áp làm việc bình thường có tỉ số biến áp bằng: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = 3$

$$\Rightarrow U_2 = 3U_1 = 1080\text{ V}; I_2 = \frac{I_1}{3} = 2\text{ A}$$

$$\Rightarrow (U_2, I_2) = (1080\text{V}, 2\text{ A})$$

***Đáp án: C***

**16.3.** Máy biến áp lí tưởng có cuộn sơ cấp gồm 2000 vòng, cuộn thứ cấp gồm 100 vòng; điện áp và cường độ mạch sơ cấp là 120 V; 0,8 A. Điện áp và công suất cuộn thứ cấp là:

A. (6 V; 96 W) B. (240 V; 96 W)

C. (6 V; 4,8 W) D. (120 V; 4,8 W)

**Hướng dẫn giải**

$$N_1 = 2000\text{ vòng}; \; N_2 = 100\text{ vòng}$$

$$U_1 = 120\text{ V}; I_1 = 0{,}8\text{ A}$$

Áp dụng công thức: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

Điện áp và công suất cuộn thứ cấp là:

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1}.U_1 = 6\text{ V}; I_2 = \frac{N_1}{N_2}.I_1 = 16\text{ A}$$

$$P_2 = U_2.I_2 = 96\text{ W}$$

***Đáp án: A***

**16.4.** Một máy biến áp lí tưởng có hai cuộn dây lần lượt có 10000 vòng và 200 vòng.

a) Muốn tăng áp thì cuộn nào là cuộn sơ cấp. Nếu đặt vào cuộn sơ cấp điện áp hiệu dụng 220 V, thì điện áp hiệu dụng cuộn thứ cấp bằng bao nhiêu?

b) Cuộn nào có tiết diện dây lớn hơn?

**Hướng dẫn giải**

a) Muốn tăng áp thì cuộn sơ cấp phải có số vòng dây ít hơn cuộn thứ cấp.

$$\Rightarrow N_1 = 200\text{ vòng và } N_2 = 1000\text{ vòng}$$

$$\Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = 50$$

Nếu $U_1 = 220$ V, thì điện áp hiệu dụng cuộn thứ cấp $U_2$ bằng:

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1}.U_1 = 50 \,.\, 220 = 1100\text{ V}$$

b) Từ công thức: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = 50 \Rightarrow I_1 = 50I_2$

$\Rightarrow$ để cuộn sơ cấp ít bị nóng, người ta cần phải giảm điện trở của nó

$\Rightarrow$ tăng tiết diện S của dây. Do đó, cuộn sơ cấp có tiết diện dây lớn hơn.

***Đáp số: a)*** $\frac{N_2}{N_1}$ ***= 50;*** $U_2 = 1100$ ***V; b) cuộn sơ cấp***

**16.5.** Máy biến áp lí tưởng cung cấp một dòng điện 30 A dưới một điện áp hiệu dụng 220 V. Điện áp hiệu dụng ở cuộn sơ cấp là 5 kV.

a) Tính công suất tiêu thụ ở cửa vào và ở cửa ra của biến áp.

b) Tính cường độ hiệu dụng ở cuộn sơ cấp.

**Hướng dẫn giải**

$$H = 100\% = 1;\ I_2 = 30\text{ A};\ U_2 = 220\text{ V};\ U_1 = 5\text{ kV} = 5000\text{ V}$$

a) Công suất tiêu thụ ở cửa vào và ở cửa ra của biến áp:

$$H = 100\% \Rightarrow P_1 = P_2 = U_2I_2 = 6600\text{ W} = 6{,}6\text{ kW}$$

b) Cường độ hiệu dụng ở cuộn sơ cấp:

Áp dụng công thức:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow I_1 = \frac{U_2}{U_1}.\ I_2 = 1{,}32\text{ A}$$

***Đáp số: a) $P_1 = P_2 = 6{,}6$ kW; b) $I_1 = 1{,}32$ A***

**16.6.** Một máy biến áp lí tưởng cung cấp một công suất 4 kW dưới một điện áp hiệu dụng 110 V. Biến áp đó nối với đường dây tải điện có điện trở tổng là 2 Ω.

a) Tính cường độ hiệu dụng trên đường dây tải điện.

b) Tính độ sụt thế trên đường dây tải điện.

c) Tính điện áp hiệu dụng ở cuối đường dây tải điện.

d) Xác định công suất tổn hao trên đường dây đó.

e) Thay biến áp trên bằng một biến áp có cùng công suất nhưng điện áp hiệu dụng ở cửa ra là 220 V. Tính toán lại các đại lượng đã nêu ra ở bốn câu hỏi trên.

**Hướng dẫn giải**

$$P_2 = 4\text{ kW} = 4000\text{ W};\ U_2 = 110\text{ V};\ R = 2\Omega$$

a) Cường độ hiệu dụng trên đường dây tải điện:

$$I = I_2 = \frac{P_2}{U_2} = 36\frac{4}{11}\text{ A} \approx 36{,}36\text{ A}$$

b) Độ sụt thế trên đường dây tải điện: $\Delta U = RI = 2\ .\ 36{,}36 \approx 72{,}72$ V

c) Điện áp hiệu dụng ở cuối đường dây tải điện:

$$U_{\text{cuối}} = U_2 - \Delta U = 37{,}28\text{ V}$$

d) Công suất tổn hao trên đường dây tải điện:

$$P_{\text{hao}} = RI^2 = 2.\ 36{,}36^2 \approx 2644\text{ W}$$

e) Thay biến áp trên bằng một biến áp có: $P_2 = 4$ kW ; $U_2 = 220$ V. Khi đó:

- Cường độ hiệu dụng trên đường dây tải điện:

$$I = I_2 = \frac{P_2}{U_2} = 36\frac{4}{11}\text{ A} \approx 18{,}18\text{ A}$$

- Độ giảm thế trên đường dây tải điện:

$$\Delta U = RI = 2\ .\ 18{,}18 \approx 36{,}36\text{ V}$$

- Điện áp hiệu dụng ở cuối đường dây tải điện:

$$U_{cuối} = U_2 - \Delta U = 183,64\ V$$

- Công suất tổn hao trên đường dây tải điện:

$$P_{hao} = RI^2 = 2.\ 18,18^2 \approx 661\ W$$

***Đáp số: a) $I = 36,36\ A$; b) $\Delta U = 72,72\ V$; c) $U_{cuối} = 37,28\ V$; d) $P_{hao} = 2644$ W***
***e) $I = 18,18\ A$; $\Delta U = 36,36\ V$; $U_{cuối} = 183,64\ V$; $P_{hao} = 661$ W***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**16.7.** Chọn câu trả lời đúng

Máy biến thế là một thiết bị có thể:

A. Biến đổi điện áp của một dòng điện xoay chiều.
B. Biến đổi điện áp của một dòng điện không đổi.
C. Biến đổi điện áp của một dòng điện xoay chiều hay của dòng điệ không đổi.
D. Biến đổi công suất của một dòng điện không đổi.

**16.8.** Chọn câu trả lời đúng

Gọi $N_1$ và $N_2$ lần lượt là số vòng của cuộn sơ cấp và thứ cấp của một má biến thế. Trường hợp nào ta không thể có:

A. $N_1 > N_2$
B. $N_1 < N_2$
C. $N_1 = N_2$
D. $N_1$ có thể lớn hơn hay nhỏ hơn $N_2$

**16.9.** Chọn câu trả lời đúng

Nguyên nhân chủ yếu gây ra sự hao phí năng lượng trong máy biến thế là do:

A. Hao phí năng lượng dưới dạng nhiệt năng tỏa ra ở các cuộn sơ cấp v thứ cấp của máy biến thế.
B. Lõi sắt có từ trở và gây dòng Fucô.
C. Có sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ sóng điện từ.
D. Cả A, B, C đều đúng.

**16.10.** Chọn câu trả lời đúng

Máy biến thế dùng để biến đổi điện áp của các nguồn điện:

A. Pin
B. Ắc qui.
C. Máy phát điện một chiều.
D. Máy phát điện xoay chiều.

**16.11.** Chọn câu trả lời đúng

Một máy biến thế nhận một công suất là 10 kW từ cuộn sơ cấp. Hiệu suấ máy là 96%. Công suất của cuộn thứ cấp bằng:

A. 10,42 kW
B. 9,6 kW
C. 10 kW
D. Một giá trị khác.

**16.12.** Chọn câu trả lời đúng

Người ta cần truyền một công suất điện 200 kW từ nguồn điện có điện á 5000 V trên đường dây có điện trở tổng cộng 20 Ω. Độ giảm thế trê đường dây truyền tải là:

A. 40 V
B. 400 V
C. 80 V
D. 800 V

## C. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**16.7.** ***A***

Máy biến thế là một thiết bị có công dụng biến đổi điện áp của một dòng điện xoay chiều, không thể biến đổi điện áp của dòng điện không đổi.

**16.8.** ***C***

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Mà công dụng của máy biến thế là làm cho $U_1 \neq U_2 \Rightarrow N_1 \neq N_2$

Vậy trường hợp không thể có: $N_1 = N_2$

**16.9.** ***D***

Nguyên nhân chủ yếu gây ra sự hao phí năng lượng trong máy biến thế là do:

- Hao phí năng lượng dưới dạng nhiệt năng tỏa ra ở các cuộn sơ cấp và thứ cấp của máy biến thế.
- Lõi sắt có từ trở và gây dòng Fucô.
- Có sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ sóng điện từ.

$\Rightarrow$ câu D đúng

**6.10.** ***D***

Máy biến thế hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

Pin, ắc qui, máy phát điện một chiều là các nguồn điện tạo ra dòng điện không đổi. Vì vậy máy biến thế không thể dùng để biến đổi điện áp của chúng. Còn máy phát điện xoay chiều là nguồn điện tạo ra dòng điện xoay chiều, nên máy biến thế có thể dùng để biến đổi điện áp của nó.

**6.11.** ***B***

Hiệu suất máy biến thế được tính bởi:

$$H = \frac{P_2}{P_1} = 0{,}96$$

Công suất của cuộn thứ cấp là:

$$P_2 = 0{,}96P_1 = 9{,}6 \text{ kW}$$

**6.12.** ***D***

$P = 200$ kW $= 200\,000$ W; $U = 5000$ V là điện áp ở nguồn điện.

$R = 20\ \Omega$

Độ giảm thế trên đường dây là: $\Delta U = U - U' = RI$

Trong đó: $$I = \frac{P}{U}$$

$$\Rightarrow \Delta U = R.\frac{P}{U} = 20\,.\,\frac{200000}{5000} = 800 \text{ V}$$

# Bài 17 – MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Máy phát điện xoay chiều một pha***

***a) Nguyên tắc hoạt động***

Dựa trên hiện tương cảm ứng điện từ.

***b) Nguyên tắc cấu tạo***

- Phần cảm (rôto) là nam châm , là phần tạo ra từ trường.
- Phần ứng (stato) là phần tạo ra dòng điện xoay chiều gồm các cuộn dây giống nhau cố định trên một vòng tròn.
- Tần số của dòng điện AC được tính bởi công thức:

$$f = n.p$$

Với: p = số cặp cực của nam châm điện

n = vận tốc góc của rôto ( vòng/s)

***2. Hệ ba pha***

Gồm: Máy phát ba pha; Dòng ba pha; Động cơ ba pha.

***a) Dòng điện xoay chiều ba pha***

Là một hệ thống gồm ba dòng AC có cùng tần số, cùng biên độ, nhưng lệch pha nhau là $\frac{2\pi}{3}$ hay $120^0$ tức về thời gian là $\frac{1}{3}$ chu kì T.

$$i_1 = I_0 \cos \omega t; \quad i_2 = I_0 \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right); \quad i_3 = I_0 \cos \left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

***b) Máy phát điện ba pha***

- *Nguyên tắc hoạt động :* dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
- *Cấu tạo:* gồm hai phần chính:
  + Phần cảm (rôto) thường là nam châm điện.
  + Phần ứng (stato) gồm ba cuộn dây giống hệt nhau ,quấn quanh lõi thép đặt lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn trên thân stato.

***c) Cách mắc mạch ba pha***

- *Mắc hình sao:* hay mắc bốn dây : ba dây pha (dây nóng) , một dây trung hòa (dây nguội) . tải tiêu thụ không cần đối xứng.

$$U_d = \sqrt{3}\,U_p , \; I_d = I_p$$

- *Mắc hình tam giác:* hay mắc ba dây. Tải tiêu thụ phải thật đối xứng.

$$U_d = U_p , \; I_d = \sqrt{3}\,I_p$$

*d) Ưu điểm của dòng AC 3 pha*

- Tiết kiệm được dây dẫn nối trạm phát đến nơi tiêu thụ.
- Dòng ba pha đối xứng cho hiệu suất cao hơn so với dòng một pha.
- Tạo từ trường quay dùng trong động cơ không đồng bộ ba pha.

## B CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần rôto là một nam châm điện có 4 cặp cực. Để phát ra dòng xoay chiều có tần số 50 Hz thì vận tốc góc của rôto phải bằng:***

***A. 1500 vòng/phút*** ***B. 750 vòng/phút***

***C. 500 vòng/phút*** ***D. 250 vòng/phút***

**Giải**

Tần số của dòng điện AC được tính bởi công thức:

$$f = np$$

Với: $p = 4$ là số cặp cực của nam châm điện

$f = 50$ Hz; $n$ = vận tốc góc của rôto (vòng/phút)

Vận tốc góc của rôto phải là:

$$n = \frac{f}{p} = \frac{50}{4} = 12{,}5 \text{ vòng/s} = 750 \text{ vòng/phút}$$

***Đáp án: B***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một máy phát điện xoay chiều ba pha phát ra dòng điện ba pha có tần số f. Các cuộn dây của phần ứng được mắc theo hình sao. Biết điện áp hiệu dụng giữa từng dây pha với dây trung hòa là 240 V. Điện áp hiệu dụng giữa các dây pha với nhau là:***

***A.*** $80\sqrt{3}$ ***V*** ***B. 240 V***

***C.*** $240\sqrt{3}$ ***V*** ***D. Một kết quả khác.***

**Giải**

Điện áp hiệu dụng giữa từng dây pha với dây trung hòa là $U_p = 220$ V.

Điện áp hiệu dụng giữa các dây pha là $U_d$. Trong cách mắc hình sao:

$$U_d = \sqrt{3}\,U_p = 240\sqrt{3} \text{ V}$$

***Đáp án: C***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**17.1.** Các thiết bị điện xoay chiều nói chung dựa trên nguyên tắc nào?

**Trả lời**

Các thiết bị điện xoay chiều nói chung dựa trên nguyên tắc:

+ Nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Nguyên tắc cấu tạo: bao giờ cũng có một bộ phận quay (rôto) và một b phận đứng yên (stato).

**17.2.** Phân biệt dòng một pha với dòng ba pha.

**Trả lời**

Dòng điện AC ba pha là một hệ thống gồm ba dòng AC có cùng tần s cùng biên độ, nhưng lệch pha nhau là $\frac{2\pi}{3}$ hay $120^0$ tức về thời gian là chu kì T.

$$i_1 = I_0 \cos \omega t; \quad i_2 = I_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right); \quad i_3 = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

⇒ Dòng điện AC ba pha là ba dòng AC một pha, nhưng có mối liên hệ đặ biệt nhau về pha là lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$.

▼

**17.3.** Trong máy phát điện xoay chiều một pha từ trường quay có véctơ $\vec{B}$ qua 300 vòng/phút tạo bởi 20 cực nam châm điện (10 cực nam và 10 cực bắ quay với tốc độ:

A. 10 vòng/s B. 20 vòng/s C. 5 vòng/s D. 100 vòng/s

**Hướng dẫn giải**

Trong máy phát điện xoay chiều một pha từ trường quay có véctơ $\vec{B}$ qua 300 vòng/phút tạo bởi 20 cực nam châm điện (10 cực nam và 10 cực bắ quay với tốc độ:

$$n = 300 \text{ vòng/phút} = 5 \text{ vòng/s}$$

***Đáp án:***

**17.4.** Trong trường hợp ba suất điện động của máy phát ba pha mắc hình sao v ba tải cũng được mắc theo hình sao thì phải có bốn đường dây nối từ nguồ đến tải. Hãy xét trường hợp ba tải đối xứng và chứng minh rằng trong s bốn đường dây nối ấy có một đường dây tại đó cường độ luôn bằng khôn (đường dây trung hòa).

**Hướng dẫn giải**

Cường độ dòng điện AC ba pha có biểu thức:

$$i_1 = I_0 \cos \omega t$$

$$i_2 = I_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$i_3 = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Khi ba tải đối xứng, cường độ dòng điện AC qua dây trung hòa được tính bởi:

$i = i_1 + i_2 + i_3$

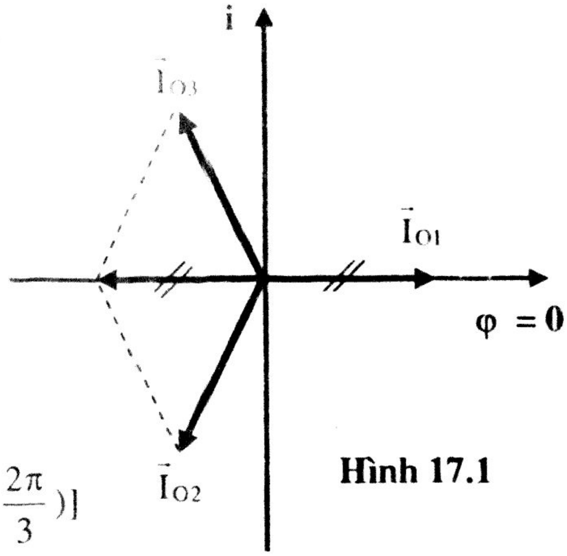
Biểu diễn i, $i_1$, $i_2$, $i_3$ bằng các véctơ quay tương ứng $\vec{I}_0$, $\vec{I}_{01}$, $\vec{I}_{02}$, $\vec{I}_{03}$ như hình 17.1. Ta có:

$\vec{I}_0 = \vec{I}_{01} + \vec{I}_{02} + \vec{I}_{03} = 0$

Hay:

$$i = I_0 \left[\cos \omega t + \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) + \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)\right]$$

$= 0$ **(ĐPCM)**



**Hình 17.1**

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**17.5.** Chọn câu trả lời đúng

Một máy phát điện xoay chiều có 4 cặp cực, phần ứng gồm 12 cuộn dây mắc nối tiếp. Rôto quay với vận tốc 750 vòng/phút. Suất điện động cực đại do máy có thể phát ra là 240 V. Từ thông cực đại do phần cảm sinh ra đi qua mỗi cuộn dây có giá cực đại:

A. $\frac{0,1}{\pi}$ Wb

B. $\frac{0,2}{\pi}$ Wb

C. $\frac{2,4}{\pi}$ Wb

D. Một giá trị khác.

**17.6.** Chọn câu trả lời đúng

Một máy phát điện AC ba pha mắc hình tam giác có điện áp pha 220 V, tần số 50 Hz. Người ta đưa dòng ba pha vào ba tải tiêu thụ giống hệt nhau mắc theo hình sao. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi tải tiêu thụ là:

A. 127 V

B. 220 V

C. $220\sqrt{3}$ V

D. Một giá trị khác.

**17.7.** Vẽ đồ thị biến thiên theo t của ba suất điện động ba pha cho bởi biểu thức:

$$e_1 = e_0\sqrt{2}\cos\omega t; \quad e_2 = e_0\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right); \quad e_3 = e_0\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**17.5.** ***B***

$$f = np = \frac{750.4}{60} = 50\ \text{Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 100\pi\ \text{rad/s}$$

Từ thông cực đại do phần cảm sinh ra đi qua mỗi cuộn dây là:

$$E_0 = \omega N\phi_0 \Rightarrow \phi_0 = \frac{E_0}{N\omega} = \frac{240}{12.100\pi} = \frac{0,2}{\pi}\ \text{Wb}$$

**17.6.** ***A***

Các cuộn dây của máy phát mắc theo hình tam giác nên ta có điện áp dâ bằng điện áp pha.

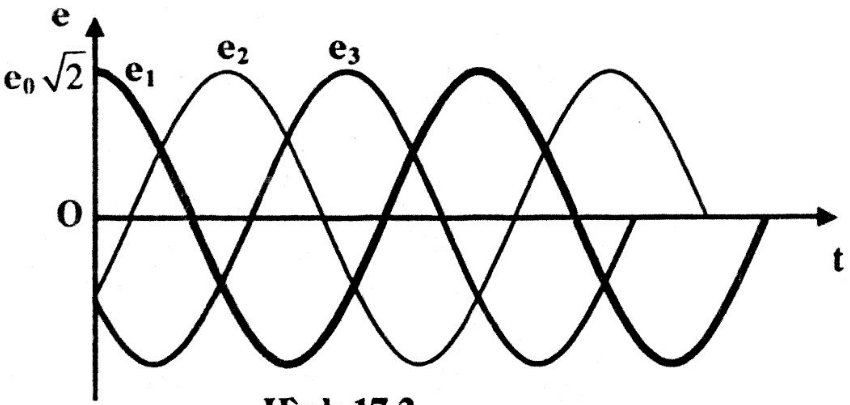
$$U_d = U_p = 220\ V$$

Vì các tải tiêu thụ giống hệt nhau và mắc theo hình sao, do đó điện áp giữ hai đầu mỗi dây pha của tải bằng: $U_p' = \frac{U_d'}{\sqrt{3}}$

Mà: $U_d' = U_d = 220\ V \Rightarrow U_p' = \frac{U_d'}{\sqrt{3}} = 127\ V$

**17.7.**

Hình 17.2 vẽ đồ thị biến thiên theo t của ba suất điện động ba pha.



**Hình 17.2**

# Bài 18 – ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Nguyên tắc hoạt động của động không đồng bộ:*** dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay.
2. ***Cách tạo từ trường quay:*** *2 cách:*
   - Cho nam châm quay.
   - Tạo bằng dòng AC ba pha.
3. ***Cấu tạo của động cơ không đồng bộ 3 pha:*** *2phần:*
   - *Stato:* giống stato của máy phát AC ba pha.
   - *Rôto:* hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn trên lõi thép .

   Khi cho dòng ba pha vào ba cuộn dây của stato ⇒ tạo từ trường quay làm rôto quay theo chiều quay từ trường với vận tốc góc $\omega_0 < \omega$ của từ trường ⇒ quay không đồng bộ. Chuyển động quay của rôto được đưa ra ngoài để vận hành các máy công cụ.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một động cơ không đồng bộ ba pha được mắc vào một mạng điện xoay chiều ba pha tần số $f_0$.***

*A. Tần số của từ trường quay $f_T > f_0$.*

*B. Tần số của từ trường quay $f_T < f_0$.*

*C. Tần số quay rôto của động cơ $f_R < f_0$.*

*D. Tần số quay rôto của động cơ $f_R = f_0$.*

**Giải**

Tần số của từ trường quay $f_T$ bằng tần số của dòng điện ba pha $f_0$;

Tần số quay rôto của động cơ $f_R$ nhỏ hơn tần số của dòng điện ba pha $f_0$.

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một động cơ không đồng bộ ba pha đang hoạt động, khi cảm ứng từ sinh ra trên một cuộn dây có giá trị cực đại $B_1 = B_0$ thì cảm ứng từ sinh ra trên hai cuộn dây còn lại có giá trị:***

***A.*** $B_2 = \frac{B_0}{2}$ ***và*** $B_3 = -\frac{B_0}{2}$

***B.*** $B_2 = B_3 = \frac{B_0}{2}$

***C.*** $B_2 = B_3 = -\frac{B_0}{2}$

***D.*** $B_2 = B_3 = -\frac{B_0}{2}$

**Giải**

Một động cơ không đồng bộ ba pha đang hoạt động, khi cảm ứng từ sinh ra trên một cuộn dây có giá trị cực đại $B_1 = B_0$ thì cảm ứng từ sinh ra trên hai cuộn dây còn lại có giá trị: $B_2 = B_3 = -\frac{B_0}{2}$

***Đáp án: C***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**8.1.** Phát biểu nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ.

**Trả lời**

Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay. Khung dây được đặt trong từ trường quay và sẽ quay theo không đồng bộ với từ trường đó.

**18.2.** Nêu cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha.

**Trả lời**

- *Cấu tạo của động cơ không đồng bộ 3 pha: 2phần:*
  - *Stato:* giống stato của máy phát AC ba pha.
  - *Rôto:* hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn trên lõi thép.
- *Hoạt động của động cơ không đồng bộ 3 pha:*

- Khi đưa dòng điện AC ba pha vào ba cuộn dây của stato của động cơ, nó sẽ sinh ra từ trường quay biến thiên điều hòa có tần số bằng tần số của dòng điện tạo ra nó.
- Từ trường quay này tạo ra trên cuộn dây của rôto của động cơ một từ thông biến thiên điều hòa ⇒ sinh ra suất điện động cảm ứng biến thiên điều hòa, chống lại sự biến thiên của từ thông ⇒ sinh lực tác dụng lên rôto của động cơ làm cho rôto quay với tốc độ tăng dần. Khi tốc độ rôto bằng tốc độ của từ trường quay ⇒ từ thông không biến thiên nữa ⇒ suất điện động cảm ứng biến mất ⇒ lực tác dụng biến mất, rôto quay chậm lại ⇒ tốc độ quay $\omega$ giảm. Khi đó từ thông qua rôto lại biến thiên ⇒ lại xuất hiện suất điện động cảm ứng... ⇒ tốc độ của rôto lại tăng đến một giá trị $\omega < \omega_0$ ⇒ quay không đồng bộ.

Chuyển động quay của rôto được đưa ra ngoài để vận hành các máy công cụ.

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**18.3.** Chọn câu trả lời đúng

Một động cơ không đồng bộ ba pha có điện áp định mức mỗi pha là 220V. Mắc động cơ vào mạng điện xoay chiều ba pha có điện áp pha bằng 127 V. Để có thể cho động cơ này hoạt động đúng định mức ta phải:

A. Mắc hình sao. B. Mắc hình tam giác.

C. Mắc hỗn hợp. D. Mắc tùy ý.

**18.4.** Chọn câu trả lời đúng

Động cơ không đồng bộ ba pha, có ba cuộn dây giống hệt nhau mắc hình tam giác. Mạch điện ba pha dùng để chạy động cơ này phải dùng mấy dây dẫn:

A. 4 B. 3 C. 6 D. 5

**18.5.** Chọn câu trả lời đúng

Một động cơ không đồng bộ ba pha đang hoạt động, để đổi chiều quay của động cơ ta có thể:

A. hoán vị hai dây pha bất kì trong số ba dây pha với nhau.

B. hoán vị các dây pha của ba dây pha với nhau từng đôi một.

C. thay dòng điện ba pha bằng dòng điện không đổi.

D. thay dòng điện ba pha bằng ba dòng điện xoay chiều một pha có cùng tần số, cùng biên độ và cùng pha với nhau.

**18.6.** Chọn câu trả lời đúng

Một động cơ điện xoay chiều sản ra một công suất cơ học 100 kW và có hiệu suất 80%. Mắc động cơ vào một mạng điện AC đúng định mức, thì điện năng tiêu thụ của động cơ trong 1 giờ là:

A. 80 kWh B. 100 kWh C. 125 kWh D. 360 MJ

**18.7.** Sự khác nhau cơ bản giữa động cơ một pha và ba pha là gì?

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**18.3.** ***C***

Để có thể cho động cơ này hoạt động đúng định mức ta phải mắc sao cho điện áp định mức mỗi pha của động cơ là 220 V. Mà mạng điện xoay chiều ba pha có điện áp pha bằng 127 V. Tức là:

$$220\text{ V} = U_{p\text{ động cơ}} = U_{d\text{ máy phát}} = U_{p\text{ máy phát}}\sqrt{3} = 127\sqrt{3}$$

Như vậy: Các dây pha của máy phát mắc hình sao, còn các dây pha của động cơ mắc hình tam giác ⇒ Mắc hỗn hợp.

**18.4.** ***B***

Dùng 3 dây dẫn.

**18.5.** ***A***

Một động cơ không đồng bộ ba pha đang hoạt động, để đổi chiều quay của động cơ ta có thể hoán vị hai dây pha bất kì trong số ba dây pha với nhau.

**18.6.** ***C***

Công suất toàn phần của động cơ là:

$$P_{\text{điện}} = P_{tp} = \frac{P_{\text{ích}}}{H} = \frac{P_{\text{cơ}}}{H} = \frac{100}{80} = 125\text{ kW}$$

Điện năng tiêu của động cơ trong 1 giờ là:

$$W = P_{tp}.t = 125\ .\ 1\text{ h} = 125\text{ kWh} = 125\ .\ 3600 = 450\,000\text{ kJ} = 450\text{ MJ}$$

**18.7.**

Sự khác nhau cơ bản giữa động cơ một pha và ba pha là:

- Trong động cơ điện một pha: từ trường quay được tạo ra bằng cách cho dòng điện AC một pha chạy qua hai cuộn cảm $L_1$, $L_2$ đặt vuông góc với nhau, trong đó một cuộn được nối với một tụ điện C thích hợp. Khi đó trong hai cuộn cảm sẽ xuất hiện hai dòng điện AC lệch pha nhau $90^0$ có biểu thức: $i_1 = I\sqrt{2}\sin\omega t$; $i_1 = I\sqrt{2}\cos\omega t$

  Hai dòng điện này sẽ sinh ra từ trường tổng hợp là từ trường quay.
- Trong động cơ điện ba pha: từ trường quay được tạo ra bằng cách cho dòng điện AC ba pha chạy qua ba cuộn cảm đặt lệch nhau $120^0$ trên thân stato: $i_1 = I_m\cos\omega t$; $i_2 = I_m\cos(\omega t - \frac{2\pi}{3})$; $i_3 = I_m\cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$

  Ba dòng điện này sẽ sinh ra từ trường tổng hợp là từ trường quay.

*Vậy: Sự khác nhau cơ bản giữa động cơ một pha và ba pha là: từ trường quay của động cơ một pha là do dòng AC một pha tạo ra; còn từ trường quay của động cơ ba pha là do dòng AC ba pha tạo ra.*

# CHƯƠNG IV – DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

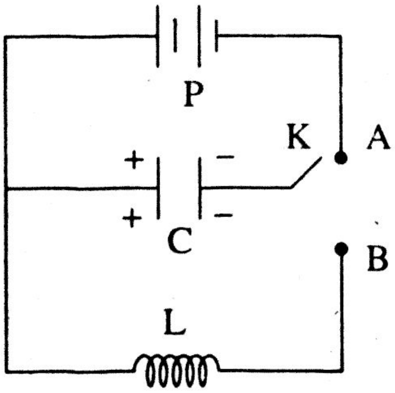
## Bài 20 – MẠCH DAO ĐỘNG

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Mạch dao động***

Mạch dao động gồm một tụ điện mắc nối tiếp với một cuộn cảm. Mạch dao động lí tưởng có điện trở bằng không.

***2. Sự biến thiên điện tích q của tụ và cường độ i của cuộn cảm***



Điện tích của tụ điện trong mạch LC biến thiên điều hòa với biểu thức:

$$q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$i = q' = -\omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Với $I_0 = \omega Q_0$

*⇒ Dòng điện i trong mạch LC biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha là $\frac{\pi}{2}$ so với điện tích q của bản tụ.*

***3. Dao động điện từ***

Sự biến thiên điều hòa của cường độ điện trường và cảm ứng từ trong mạch dao động gọi là dao động điện từ tự do trong mạch.

+ Chu kì dao động riêng của mạch:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

+ Tần số dao động riêng của mạch:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** *Chọn câu trả lời đúng*

*Trong mạch dao động điện từ LC, nếu điện tích cực đại trên tụ điện là $Q_0$ và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $I_0$ thì tần số dao động điện từ trong mạch là:*

A. $f = 2\pi\frac{Q_0}{I_0}$　　B. $f = \frac{1}{2\pi}.\frac{Q_0}{I_0}$

C. $f = \frac{1}{2\pi}.\frac{I_0}{Q_0}$　　D. $f = \frac{1}{2\pi}.I_0Q_0$

Giải

Tần số dao động điện từ trong mạch là: $f = \frac{1}{2\pi}.\frac{I_0}{Q_0}$

***Đáp án: C***

**Bài 2:** *Chọn câu trả lời đúng*

*Trong mạch dao động LC, điện tích trên tụ điện có biểu thức: $q = 159\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$ ($\mu C$), thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm có biểu thức:*

A. $i = 0,05\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})(A)$

B. $i = 0,05\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})(A)$

C. $i = 0,05\cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})(A)$

D. $i = 0,05\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{2\pi}{3})(A)$

Giải

$$i = q' = -0,05\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})(A)$$

$$\Rightarrow i = 0,05\sin(100\pi t + \frac{7\pi}{6}) = 0,05\cos(100\pi t + \frac{2\pi}{3})(A)$$

***Đáp án: C***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**20.1.** Mạch dao động là gì?

Trả lời

Mạch dao động gồm một tụ điện mắc nối tiếp với một cuộn cảm.

Mạch dao động lí tưởng có điện trở bằng không.

**20.2.** Nêu định luật biến thiên của điện tích và cường độ dòng điện trong mạch dao động.

**Trả lời**

Trong mạch dao động LC, điện tích q trên bản tụ và cường độ dòng điện i biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng lệch pha nhau là $\frac{\pi}{2}$.

**20.3.** Viết công thức tính chu kì và tần số dao động riêng của mạch dao động.

**Trả lời**

+ Chu kì dao động riêng của mạch: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

+ Tần số dao động riêng của mạch: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

**20.4.** Dao động điện từ tự do là gì?

**Trả lời**

Sự biến thiên điều hòa của cường độ điện trường và cảm ứng từ trong mạch dao động gọi là dao động điện từ tự do trong mạch.

**20.5.** Năng lượng điện từ là gì ?

**Trả lời**

Tổng năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường của cuộn cảm L của mạch dao động LC gọi là năng lượng điện từ.

▼

**20.6.** Sự biến thiên của dòng điện i trong một mạch dao động lệch pha nhau như thế nào so với sự biến thiên của điện tích q của một bản tụ?

A. i cùng pha với q.

B. i ngược pha với q.

C. i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với q.

D. i trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với q.

**Hướng dẫn giải**

Điện tích của một bản tụ điện trong mạch LC biến thiên điều hòa với tần số góc ω: $q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$i = q' = -\omega Q_0\sin(\omega t + \varphi) = I_0\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Với $I_0 = \omega Q_0$

⇒ *Dòng điện i trong mạch LC biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha là* $\frac{\pi}{2}$ *so với điện tích q.*

***Đáp án: C***

**20.7.** Nếu tăng số vòng dây của cuộn cảm thì chu kì dao động điện từ sẽ thay đổi như thế nào?

A. tăng B. giảm

C. không đổi D. không đủ cơ sở để kết luận.

**Hướng dẫn giải**

Chu kì dao động điện từ bằng chu kì dao động riêng của mạch:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Trong đó độ tự cảm của cuộn dây dẫn điện chiều dài *l*, tiết diện S, gồm N vòng dây được tính bởi công thức:

$$L = 4\pi.10^{-7}.\frac{N^2}{l}S \sim N^2 \Rightarrow T \sim N$$

⇒ Nếu tăng số vòng dây của cuộn cảm thì chu kì dao động điện từ sẽ tăng tỉ lệ với N.

***Đáp án: A***

**20.8.** Tính chu kì và tần số dao động riêng của một mạch dao động, biết tụ điện trong mạch có điện dung là 120 pF và cuộn cảm có độ tự cảm là 3 mH.

**Hướng dẫn giải**

Chu kì dao động riêng của mạch:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{3.10^{-3}.120.10^{-12}} = 3,77.10^{-6}\text{ s}$$

Tần số dao động riêng của mạch:

$$f = \frac{1}{T} = 2,65.10^5\text{ Hz}$$

***Đáp số:*** $T = 3,77.10^{-6}$ ***s;*** $f = 2,65.10^5$ ***Hz***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**20.9.** Chọn câu trả lời đúng

Trong mạch dao động LC, nguyên nhân làm dao động của mạch tắt dần là:

A. do sự tỏa nhiệt trên điện trở R của cuộn cảm.

B. sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ điện từ.

C. sự mất năng lượng do dòng Phu–cô.

D. Cả A, B, C đều đúng.

**20.10.** Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H và một tụ điện có điện dung C. Tần số dao động riêng của mạch là 1 MHz. Giá trị của C bằng:

A. $\frac{1}{4\pi}$ F B. $\frac{1}{4\pi}$ mF C. $\frac{1}{4\pi}$ μF D. $\frac{1}{4\pi}$ pF

**20.11.** Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm L không đổi và một tụ điện có điện dung C thay đổi. Biết điện trở của dây dẫn là không đáng kể và trong mạch có dao động điện từ riêng. Khi điện dung có giá trị

$C_1$ thì tần số dao động riêng của mạch là $f_1$. Khi điện dung có giá trị $C_2 = 4C_1$ thì tần số dao động riêng của mạch là:

A. $f_2 = \frac{f_1}{4}$ B. $f_2 = 2f_1$ C. $f_2 = \frac{f_1}{2}$ D. $f_2 = 4f_1$

**20.12.** Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động điện từ gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và hai tụ điện $C_1$ và $C_2$. Khi mắc cuộn dây riêng với từng tụ $C_1$, $C_2$ thì chu kì dao động của mạch tương ứng là $T_1 = 3$ ms và $T_2 = 4$ ms. Chu kì dao động của mạch khi mắc đồng thời cuộn dây với $C_1$ song song $C_2$ là:

A. 5 ms B. 7 ms

C. 10 ms D. Một giá trị khác.

**20.13.** Chọn câu trả lời đúng

Một khung dây dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung C và hai ống dây có hệ số tự cảm $L_1$ và $L_2$. Khi dùng tụ mắc riêng biệt với từng ống dây thì tần số dao động của ống dây lần lượt là $f_1 = 30$ kHz và $f_2 = 40$ kHz. Nếu dùng tụ mắc đồng thời với hai ống dây thành mạch nối tiếp thì tần số dao động của mạch là:

A. 24 kHz B. 30 kHz C. 40 kHz D. 50 kHz

**20.14.** Một mạch dao động LC có điện tích cực đại trên một bản tụ là $Q_0 = 4.10^{-8}$C, cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $I_0 = 10$ mA. Tính tần số dao động điện từ trong mạch.

**20.15.** Tụ điện C và cuộn cảm L trong mạch dao động được mắc với nhau như thế nào?

A. C và L mắc nối tiếp với nhau vì chịu cùng một dòng điện.

B. C và L mắc song song với nhau vì chịu cùng một điện áp.

C. Có thể coi C và L mắc nối tiếp hoặc song song với nhau đều được.

D. không thể coi C và L mắc nối tiếp hoặc song song với nhau được.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**20.9.** ***D***

Trong mạch dao động LC, nguyên nhân làm dao động của mạch tắt dần là:

- do sự tỏa nhiệt trên điện trở R của cuộn cảm.
- sự thất thoát năng lượng dưới dạng bức xạ điện từ.
- sự mất năng lượng do dòng Phu–cô.

**20.10.** ***D***

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 L f^2} = \frac{1}{4\pi^2 \frac{1}{\pi}.(10^6)^2} = \frac{10^{-12}}{4\pi}\text{ F} = \frac{1}{4\pi}\text{ pF}$$

**20.11.** ***C***

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}};\ f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow f_2 = \frac{f_1}{2}$$

**20.12.** ***A***

$$T = 2\pi\sqrt{LC_{//}} = 2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}$$

$$T^2 = T_1^2 + T_2^2 \Rightarrow \ T = 5 \text{ ms}$$

**20.13.** ***A***

Tần số dao động của mạch khi mắc $L_1$ với C là:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C}}$$

Tần số dao động của mạch khi mắc $L_2$ với C là:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C}}$$

Tần số dao động của mạch khi mắc đồng thời $L_1$, $L_2$ nối tiếp với C:

$$f_{nt} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{nt}C}}$$

Trong đó: $Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} \Rightarrow L_{nt} = L_1 + L_2$

$$\frac{1}{f_{nt}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow f_{nt} = \frac{f_1.f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} \Rightarrow f_{//} = 24 \text{ kHz}$$

**20.14.**

Trong mạch dao động điện từ LC, nếu điện tích cực đại trên tụ điện là $Q_0$ và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $I_0$ thì tần số góc dao động điện từ trong mạch là: $\omega = \frac{I_0}{Q_0}$

Tần số dao động điện từ trong mạch là:

$$f = \frac{1}{2\pi}.\frac{I_0}{Q_0} = \frac{1}{2\pi}.\frac{10.10^{-3}}{4.10^{-8}} = 4.10^4 \text{ Hz}$$

***Đáp số:*** $f = 4.10^4$ ***Hz***

**20.15.**

Tụ điện C và cuộn cảm L trong mạch dao động được:

- mắc nối tiếp với nhau vì chịu cùng một dòng điện.
- C và L không mắc song song với nhau vì điện áp $u_C$ và $u_L$ ngược pha nhau. $u_L$ sớm pha hơn $u_C$ là $\pi$.

***Đáp án: A***

# Bài 21 – ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Từ trường biến thiên và điện trường xoáy*

***a) Điện trường xoáy***

Điện trường có đường sức là các đường cong khép kín gọi là điện trường xoáy.

***b) Từ trường biến thiên***

Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

### *2. Điện trường biến thiên và từ trường xoáy*

***a) Từ trường xoáy***

Nếu tại một nơi có một điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường xoáy.

***b) So sánh dòng điện dẫn với dòng điện dịch***

- *Giống nhau*

Cả hai đều sinh ra xung quanh nó một từ trường.

- *Khác nhau:*

Dòng điện dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích; Còn dòng điện dịch là một điện trường biến thiên, không có các hạt mang điện tích chuyển động.

### *3. Điện từ trường và thuyết điện từ Mác–xoen*

***a) Điện từ trường***

Điện trường biến thiên sinh ra từ trường xoáy, từ trường biến thiên sinh ra điện trường xoáy. Hai trường biến thiên này liên hệ mật thiết với nhau và là hai thành phần của một trường thống nhất, gọi là điện từ trường.

***b) Thuyết điện từ***

Thuyết điện từ của Mác–xoen khẳng định mối quan hệ khăng khít giữa điện tích, điện trường và từ trường.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời sai***

***Khi một từ trường biến thiên theo thời gian thì nó sinh ra:***

***A. Một điện trường xoáy.***

***B. Một điện trường mà chỉ có thể tồn tại trong dây dẫn.***

***C. Một điện trường mà các đường sức là những đường khép kín bao quanh các đường cảm ứng từ.***

***D. Một điện trường cảm ứng mà tự nó tồn tại trong không gian.***

**Giải**

Bằng phương pháp toán học Macxoen tìm ra rằng: khi một từ trường biến thiên theo thời gian thì nó sinh ra một điện trường xoáy, tức là một điện trường mà các đường sức bao quanh các đường cảm ứng từ. Đồng thời Macxoen chỉ ra rằng điện trường cảm ứng tự nó tồn tại trong không gian mà không cần có dây dẫn ⇒ Câu sai B.

***Đáp án: B***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***So sánh dòng điện dịch với dòng điện dẫn:***

***A. Giống nhau là cả hai dòng điện đều sinh ra xung quanh nó một từ trường.***

***B. Khác nhau là dòng điện dẫn là do sự chuyển động hỗn loạn của các hạt mang điện tích tạo thành; Còn dòng điện dịch không có các hạt mang điện tích chuyển động.***

***C. Dòng điện dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích; Còn dòng điện dịch là do một từ trường biến thiên sinh ra.***

***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

So sánh dòng điện dịch với dòng điện dẫn:

- Giống nhau là cả hai dòng điện đều sinh ra xung quanh nó một từ trường.
- Dòng điện dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích; Còn dòng điện dịch là một điện trường biến thiên, không có các hạt mang điện tích chuyển động.

***Đáp án: A***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Khi một điện tích điểm dao động, xung quanh điện tích sẽ tồn tại:***

***A. Điện trường.*** ***B. Từ trường.***

***C. Điện từ trường.*** ***D. Trường hấp dẫn.***

**Giải**

Khi một điện tích điểm dao động, xung quanh điện tích sẽ tồn tại một điện từ trường.

***Đáp án: C***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

?

**21.1.** Phát biểu mối quan hệ giữa từ trường biến thiên và điện trường xoáy.

**Trả lời**

Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

**21.2.** Phát biểu mối quan hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường .

**Trả lời**

Nếu tại một nơi có một điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường .

**21.3.** Điện từ trường là gì?

**Trả lời**

Điện trường biến thiên sinh ra từ trường xoáy, từ trường biến thiên sinh ra điện trường xoáy. Hai trường biến thiên này liên hệ mật thiết với nhau và là hai thành phần của một trường thống nhất, gọi là điện từ trường.

▼

**21.4.** Ở đâu xuất hiện một điện từ trường?

A. Xung quanh một điện tích đứng yên.
B. Xung quanh một dòng điện không đổi.
C. Xung quanh một ống dây điện.
D. Xung quanh một chỗ có tia lửa điện.

**Hướng dẫn giải**

Xung quanh một chỗ có tia lửa điện có điện từ trường.

***Đáp án: D***

**21.5.** Đặt một hộp kín bằng sắt trong một điện từ trường. Trong hộp sẽ:

A. có điện trường.
B. có từ trường.
C. có điện từ trường.
D. không có các trường nói trên.

**Hướng dẫn giải**

Đặt một hộp kín bằng sắt trong một điện từ trường. Trong hộp sẽ không có các trường nói trên.

***Đáp án: D***

**21.6.** Điểm nào dưới đây không thuộc về thuyết điện từ của Mác–xoen?

A. Tương tác giữa các điện tích hoặc giữa điện tích với điện trường và từ trường.
B. Mối quan hệ giữa điện tích và sự tồn tại của điện trường và từ trường.

C. Mối quan hệ giữa sự biến thiên của từ trường và điện trường xoáy.

D. Mối quan hệ giữa sự biến thiên của điện trường và từ trường.

**Hướng dẫn giải**

Điểm *không thuộc* về thuyết điện từ của Mác–xoen là tương tác giữa các điện tích hoặc giữa điện tích với điện trường và từ trường.

***Đáp án: A***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**21.7.** Chọn câu trả lời đúng

Điện trường tĩnh:

A. Do các điện tích đứng yên sinh ra.

B. Có đường sức là các đường cong hở, xuất phát ở các điện tích dương và kết thúc ở các điện tích âm.

C. Biến thiên trong không gian, nhưng không phụ thuộc vào thời gian.

D. Cả A, B, C đều đúng.

**21.8.** Chọn câu trả lời đúng

Điện trường xoáy là điện trường:

A. có các đường sức bao quanh các đường cảm ứng từ.

B. giữa hai bản tụ điện có điện tích không đổi.

C. có đường sức không khép kín.

D. của các điện tích đứng yên.

**21.9.** Chọn câu trả lời đúng

Khi điện trường biến thiên theo thời gian giữa các bản tụ điện thì:

A. Có một dòngcác hạt mang điện tích dương chuyển dời có hướng.

B. Có một dòngcác hạt mang điện tích âm chuyển dời có hướng.

C. Tương đương với dòng điện trong dây dẫn gọi là dòng điện dịch.

D. Không có dòng điện chạy qua.

**21.10** Chọn câu trả lời đúng

Khi cho một dòng điện xoay chiều chạy trong một dây dẫn thẳng bằng kim loại, xung quanh dây dẫn sẽ có:

A. Điện trường.
B. Từ trường.
C. Điện từ trường.
D. Trường hấp dẫn.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**21.7.** ***D***

Điện trường tĩnh:

- Do các điện tích đứng yên sinh ra.
- Có đường sức là các đường cong hở, xuất phát ở các điện tích dương và kết thúc ở các điện tích âm.
- Biến thiên trong không gian, nhưng không phụ thuộc vào thời gian.

⇒ Câu đúng D

**21.8.** *A*

Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức bao quanh các đường cảm ứng từ.

**21.9.** *B*

Sự biến thiên của điện trường giữa các bản tụ điện (nơi không có dây dẫn), tương đương với một dòng điện trong dây dẫn. Nó được gọi là dòng điện dịch.

**21.10.** *C*

Khi cho một dòng điện xoay chiều chạy trong một dây dẫn thẳng bằng kim loại, xung quanh dây dẫn sẽ có một từ trường biến thiên theo thời gian ⇒ sinh ra một điện trường xoáy ⇒ sinh ra từ trường xoáy... ⇒ tạo thành điện từ trường lan truyền trong không gian.

# Bài 22 – SÓNG ĐIỆN TỪ

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Định nghĩa sóng điện từ***

Sóng điện từ chính là điện từ trường biến thiên lan truyền trong không gian.

***2. Đặc điểm của sóng điện từ***

- Truyền được trong mọi môi trường vật chất kể cả chân không. Vận tốc truyền trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8$m/s.
- Là sóng ngang. Tại mỗi điểm trên phương truyền sóng các vectơ $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{v}$ và tạo thành một tam diện thuận.
- Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và từ trường luôn luôn đồng pha với nhau.
- Khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì sóng điện từ cũng bị phản xạ, khúc xạ như ánh sáng.
- Sóng điện từ mang theo năng lượng.
- Sóng điện từ có bước sóng từ vài mét đến vài km được gọi là sóng vô tuyến, được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến.

***3. Bước sóng điện từ***

❖ *Trong chân không*

$$\lambda = \frac{c}{f} = c.T = 2\pi c\sqrt{LC} \ ; c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

❖ *Trong môi trường vật chất có chiết suất n*

$$\lambda_n = \frac{v}{f} = v.T = \frac{\lambda}{n} ; n = \frac{c}{v}$$

v = vận tốc ánh sáng trong môi trường chiết suất n.

*4. Các loại sóng vô tuyến*

| Loại sóng | Tần số | Bước sóng |
|---|---|---|
| Sóng dài và cực dài | 0,1 – 1 MHz | 100 – 1 km |
| Sóng trung | 1 – 10 MHz | 1.000 – 100 m |
| Sóng ngắn | 10 – 100 MHz | 100 – 10 m |
| Sóng cực ngắn | 100 – 1000 MHz | 10 – 1 m |

***5. Vai trò của tầng điện li trong việc thu và phát sóng vô tuyến***

- *Tầng điện li*: là tầng khí quyển ở độ cao từ 80 km đến 800 km có chứa nhiều hạt tích điện là các electron, ion dương, ion âm.
- *Sóng dài và sóng cực dài:* năng lượng thấp, không truyền đi xa được, ít được dùng để thông tin liên lạc trên mặt đất. Nó ít bị nước hấp thụ nên được dùng để thông tin dưới nước.
- *Sóng trung:* Ban ngày sóng trung bị tầng điện li hấp thụ mạnh ⇒ không truyền đi xa được; Ban đêm, nó bị tầng điện li phản xạ mạnh ⇒ truyền đi xa được ⇒ Được dùng để thông tin liên lạc về đêm.
- *Sóng ngắn:* Chúng có năng lượng cao; Bị tầng điện li và mặt đất phản xạ mạnh. Vì vậy, từ một đài phát sóng ngắn trên mặt đất, sóng có thể truyền tới mọi nơi trên mặt đất ⇒ Được dùng để thông tin liên lạc trên mặt đất.
- *Sóng cực ngắn:* Chúng có năng lượng rất lớn, không bị tầng điện li phản xạ hay hấp thụ, mà cho truyền qua ⇒ Được dùng để thông tin liên lạc vũ trụ.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của một điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian. Trong đó, véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của điện từ trường đó thỏa:***

***A.*** $\vec{E}$ ***và*** $\vec{B}$ ***biến thiên tuần hoàn cùng phương.***

***B.*** $\vec{E}$ ***và*** $\vec{B}$ ***biến thiên tuần hoàn cùng tần số.***

***C.*** $\vec{E}$ ***và*** $\vec{B}$ ***biến thiên tuần hoàn cùng tần số, cùng biên độ.***

***D.*** $\vec{E}$ ***và*** $\vec{B}$ ***biến thiên tuần hoàn cùng tần số và cùng pha.***

**Giải**

Véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của điện trường biến thiên tuần hoàn cùng tần số và cùng pha.

***Đáp án: D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một sóng điện từ có bước sóng $10^{-4}$ m truyền trong không khí. Tần số của sóng đó là:***

*A.* $\frac{10^{-12}}{3}$ *Hz* *B.* $3.10^{12}$ *Hz* *C.* $3.10^{4}$ *Hz* *D.* $\frac{10^{-4}}{3}$ *Hz*

**Giải**

Tần số của sóng đó là: $f = \frac{c}{\lambda} = 3.10^{12}$ Hz

***Đáp án:B***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Một sóng điện từ có bước sóng trong chân không $\lambda_0 = 120$ m. Khi truyền vào trong nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$, bước sóng của nó là:***

***A. 90 m*** ***B. 120 m*** ***C. 160 m*** ***D. 180 m***

**Giải**

Bước sóng của sóng điện từ trong chân không và trong nước lần lượt là:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f};\ \lambda_n = \frac{v}{f}$$

Bước sóng của sóng đó là:

$$\lambda_n = \frac{\lambda_0}{n};\ \text{với: } n = \frac{c}{v} \Rightarrow \lambda_n = \frac{\lambda_0}{n} = 90 \text{ m}$$

***Đáp án: A***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**22.1.** Sóng điện từ là gì? Nêu những đặc điểm của sóng điện từ.

**Trả lời**

***a) Định nghĩa sóng điện từ***

Sóng điện từ chính là điện từ trường biến thiên lan truyền trong không gian.

***b) Đặc điểm của sóng điện từ***

- Truyền được trong mọi môi trường vật chất kể cả chân không. Vận tốc truyền trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8$m/s.
- Là sóng ngang. Tại mỗi điểm trên phương truyền sóng các vectơ $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{v}$ và tạo thành một tam diện thuận.

- Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và từ trường luôn luôn đồng pha với nhau.
- Khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì sóng điện từ cũng bị phản xạ, khúc xạ như ánh sáng.
- Sóng điện từ mang theo năng lượng.
- Sóng điện từ có bước sóng từ vài mét đến vài km được gọi là sóng vô tuyến, được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến.

**22.2.** Nêu những đặc điểm của sự truyền sóng vô tuyến trong khí quyển.

**Trả lời**

- Sóng vô tuyến dài và trung bị khí quyển hấp thụ rất mạnh, nên không truyền đi xa được.
- Sóng vô tuyến ngắn khi truyền trong khí quyển hầu như không bị hấp thụ, có thể truyền đi rất xa, được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến.
- Sóng vô tuyến cực ngắn không bị khí quyển hấp thụ hay phản xạ mà cho truyền qua, nên được dùng để thông tin liên lạc ngoài vũ trụ.

**22.3.** Nhiều khi ngồi trong nhà không thể dùng được điện thoại di động, vì không có sóng. Nhà đó chắc chắn phải là:

A. nhà sàn B. nhà lá

C. nhà gạch D. nhà bê tông.

**Hướng dẫn giải**

Khi ngồi trong nhà không thể dùng được điện thoại di động, vì không có sóng. Nhà đó chắc chắn phải là nhà làm bằng bê tông cốt thép. Vì khi đó nhà giống như một hộp kín bằng kim loại và sóng điện từ bị chặn lại không vô nhà được.

***Đáp án: D***

**22.4.** Sóng điện từ có tần số 12 MHz thuộc loại sóng nào dưới đây?

A. Sóng dài B. Sóng trung.

C. Sóng ngắn. D. Sóng cực ngắn..

**Hướng dẫn giải**

Sóng điện từ có tần số 12 MHz thì có bước sóng:

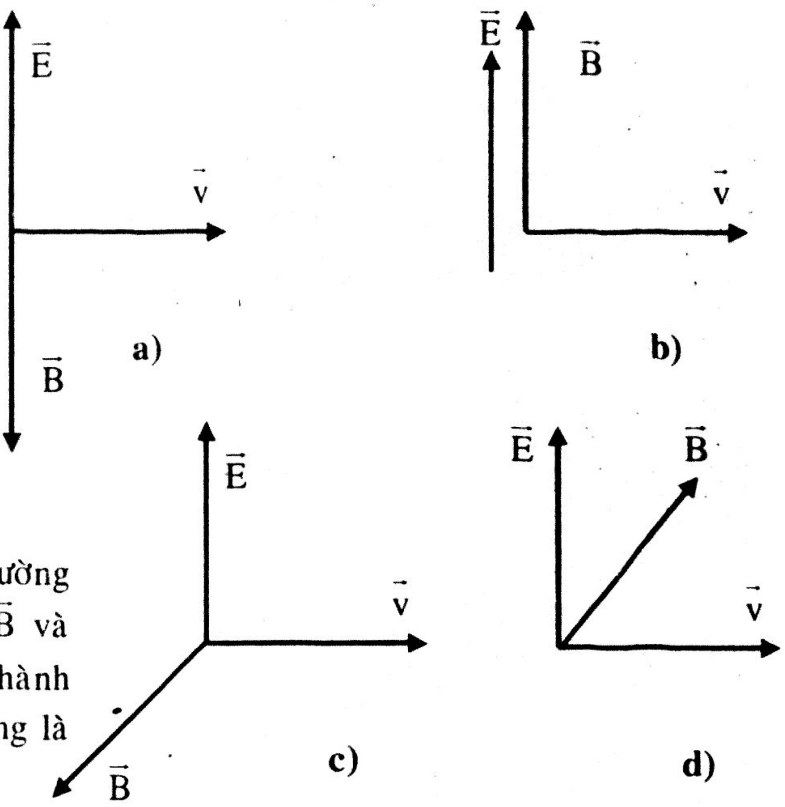
$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.10^8}{12.10^6} = 25 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ thuộc loại sóng ngắn.

***Đáp án: C***

**22.5.** Trong hình 22.1, hình nào diễn tả đúng phương và chiều của véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$, cảm ứng từ $\vec{B}$ và vận tốc truyền sóng $\vec{v}$ của một sóng điện từ?

A. Hình 22.1a
B. Hình 22.1b
C. Hình 22.1c
D. Hình 22.1d



Hình 22.1

**Hướng dẫn giải**

Trong một sóng điện từ, véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$, cảm ứng từ $\vec{B}$ và vận tốc truyền sóng $\vec{v}$ hợp thành tam diện thuận. Do đó hình đúng là hình 22.1c.

***Đáp án: C***

**22.6.** Tính tần số của các sóng ngắn có bước sóng 25 m, 31 m và 41 m. Biết vận tốc truyền sóng điện từ là $3.10^8$ m/s.

**Hướng dẫn giải**

Tần số sóng điện từ được tính bởi công thức: $f = \dfrac{c}{\lambda}$

- Khi $\lambda = 25$ m: $f = \dfrac{3.10^8}{25} = 1,2.10^7$ Hz = 12 MHz
- Khi $\lambda = 31$ m: $f = \dfrac{3.10^8}{31} \approx 9,7.10^6$ Hz = 9,7 MHz
- Khi $\lambda = 41$ m: $f = \dfrac{3.10^8}{41} = 7,3.10^6$ Hz = 7,3 MHz

***Đáp số: f = 12 MHz; 9,7 MHz; 7,3 MHz***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**22.7.** Chọn câu trả lời đúng

Sóng điện từ:

A. Chỉ truyền động trong môi trường vật chất.

B. Vận tốc của sóng điện từ trong môi trường rắn là lớn nhất.

C. Môi trường truyền sóng có mật độ vật chất càng lớn thì vận tốc truyền sóng điện từ càng lớn và ngược lại.

D. Truyền được trong chân không, vận tốc truyền trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8$ m/s.

**22.8.** Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC đang dao động tự do. Người ta đo được điện tích cực đại trên một bản tụ là $Q_0 = 10^{-6}$ C và dòng điện cực đại trong mạch là $I_0 = 10$A. Bước sóng λ của sóng điện từ mà mạch có thể phát ra là:

A. 1,885 m B. 18,85 m

C. 188,5 m D. 1885 m

**22.9.** Chọn câu trả lời đúng

Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 4 μH và một tụ xoay $C_V$ có điện dung biến thiên từ $C_m = 10$ nF đến $C_M = 360$ nF khi xoay các bản tụ di động góc xoay α từ $0^0$ đến $180^0$. Khi chỉnh góc xoay $\alpha = 90^0$ thì mạch có thể thu được sóng điện từ có bước sóng:

A. 16,22 m B. 162,2 m C. 1622 m D. 16,22 km

**22.10.** Chọn câu trả lời đúng

Sóng được đài phát có công suất lớn có thể truyền đi mọi điểm trên mặt đất là:

A. Sóng ngắn. B. Sóng trung.

C. Dài và cực dài. D. Sóng cực ngắn.

**22.11.** Chọn câu trả lời đúng

Tần số của một sóng điện từ có cùng bước sóng với một sóng siêu âm trong không khí có tần số $10^5$ Hz có giá trị vào khoảng là:

A. $10^5$ Hz B. $10^7$ Hz

C. $10^9$ Hz D. $10^{11}$ Hz

Biết vận tốc truyền âm trong không khí là 330 m/s.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**22.7.** ***D***

Sóng điện từ truyền được trong chân không, vận tốc truyền trong chân không bằng vận tốc ánh sáng $c = 3.10^8$ m/s.

**22.8.** ***C***

Bước sóng λ của sóng điện từ mà mạch có thể phát ra là:

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi c\frac{Q_0}{I_0} = 188{,}5 \text{ m}$$

**22.9.** ***C***

Khi chỉnh góc xoay $\alpha = 90^0$ thì điện dung của tụ bằng:

$C_V = C_m + \Delta C_V$

Trong đó:

$$\Delta C_V = \frac{C_M - C_m}{\alpha_M - \alpha_m}.(\alpha_V - \alpha_m) = \frac{360 - 10}{180 - 0}.(90 - 0) = 175 \text{ nF}$$

$\Rightarrow C_V = 10 + 175 = 185 \text{ nF}$

Khi chỉnh góc xoay $\alpha = 90^0$ thì mạch có thể thu được sóng điện từ có bước sóng:

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$$

$$\Rightarrow \lambda_V = 2\pi c\sqrt{LC_V} = 2\pi.3.10^8\sqrt{4.10^{-6}.185.10^{-9}} = 1622 \text{ m}$$

**22.10.** ***A***

Sóng được đài phát có công suất lớn có thể truyền đi mọi điểm trên mặt đất là sóng ngắn.

**22.11.** ***D***

Bước sóng của sóng siêu âm và sóng điện từ lần lượt là:

$$\lambda_1 = \frac{v}{f_1} \quad ; \quad \lambda_2 = \frac{c}{f_2}$$

Mà: $\lambda_1 = \lambda_2 \Rightarrow \dfrac{f_2}{f_1} = \dfrac{c}{v}$

Tần số của sóng điện từ: $f_2 = \dfrac{c}{v}.f_1 \approx 10^{11}\text{ Hz}$

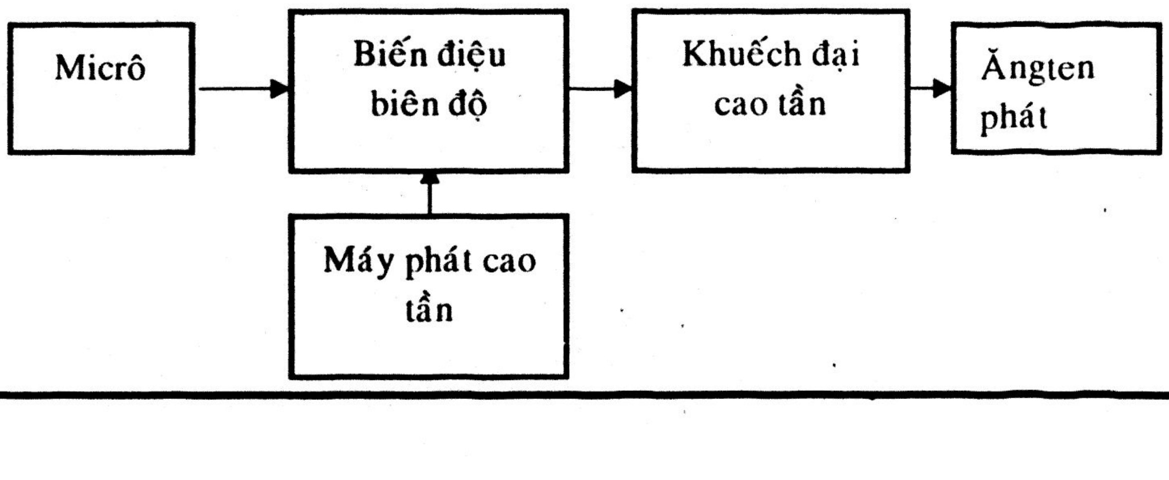
# Bài 23 – NGUYÊN TẮC THÔNG TIN LIÊN LẠC BẰNG SÓNG VÔ TUYẾN

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

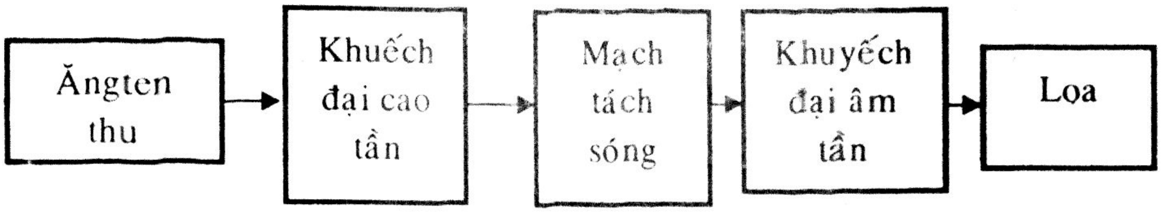
### *1. Nguyên tắc chung của việc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến*

- Dùng sóng vô tuyến có bước sóng ngắn để tải thông tin. Đó là các sóng điện từ cao tần gọi là sóng mang.
- Phải biến điệu sóng mang: tức là trộn sóng âm tần với sóng mang.
- Ở nơi thu phải tách sóng âm tần ra khỏi sóng mang bằng *mạch tách sóng*.
- Tín hiệu âm tần thu được phải được khuyếch đại bằng *mạch khuếch đại*, trước khi đưa ra loa.

### *2. Sơ đồ khối của một máy phát thanh vô tuyến đơn giản*



### *3. Sơ đồ khối của một máy thu thanh vô tuyến đơn giản*



## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến:***

***A. Sóng vô tuyến đóng vai trò "sóng mang" sóng âm đi xa.***

***B. Phải trộn sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi truyền đi.***

***C. Phải tách sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi đưa ra loa.***

***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

Trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến:

- Sóng vô tuyến đóng vai trò "sóng mang" sóng âm đi xa.
- Phải trộn sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi truyền đi.
- Phải tách sóng âm tần với sóng vô tuyến trước khi đưa ra loa.

⇒ câu đúng D.

***Đáp án: D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời sai***

***Trong sơ đồ khối của một máy thu vô tuyến điện bộ phận có trong máy thu là:***

***A. Mạch chọn sóng.*** ***B. Mạch biến điệu.***

***C. Mạch tách sóng.*** ***D. Mạch khuếch đại.***

**Giải**

Trong sơ đồ khối của một máy thu vô tuyến điện bộ phận có trong máy thu là:

Mạch chọn sóng ; Mạch tách sóng ; Mạch khuếch đại.

Trong sơ đồ khối của một máy thu vô tuyến điện bộ phận không có trong máy thu là mạch biến điệu ⇒ câu sai B.

***Đáp án: B***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Mạch chọn sóng của một máy thu thanh là mạch dao động LC gồm một cuộn cảm có độ tự cảm L = 5 μH và một tụ điện có điện dung C biến đổi từ 50 pF đến 500 pF. Bước sóng lớn nhất mà mạch đó có thể thu được là:***

***A. 29,8 m*** ***B. 94,2 m*** ***C. 2980 m*** ***D. 29800 m***

**Giải**

Bước sóng mà mạch đó có thể thu được là: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$

Bước sóng lớn nhất mà mạch đó có thể thu được là:

$$\Rightarrow \lambda_{max} = 2\pi c\sqrt{LC_{max}} = 2\pi.3.10^8\sqrt{5.10^{-6}.500.10^{-12}} = 94,2 \text{ m}$$

***Đáp án: B***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**23.1.** Hãy nêu bốn nguyên tắc cơ bản của việc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến.

**Trả lời**

- Dùng sóng vô tuyến có bước sóng ngắn để tải thông tin. Đó là các sóng điện từ cao tần gọi là *sóng mang*.
- Phải biến điệu sóng mang: tức là trộn sóng âm tần với sóng mang.
- Ở nơi thu phải tách sóng âm tần ra khỏi sóng mang bằng *mạch tách sóng*.
- Tín hiệu âm tần thu được phải được khuyếch đại bằng *mạch khuếch đại*, trước khi đưa ra loa.

**23.2.** Sóng mang là gì? Thế nào là biến điệu một sóng điện từ cao tần?

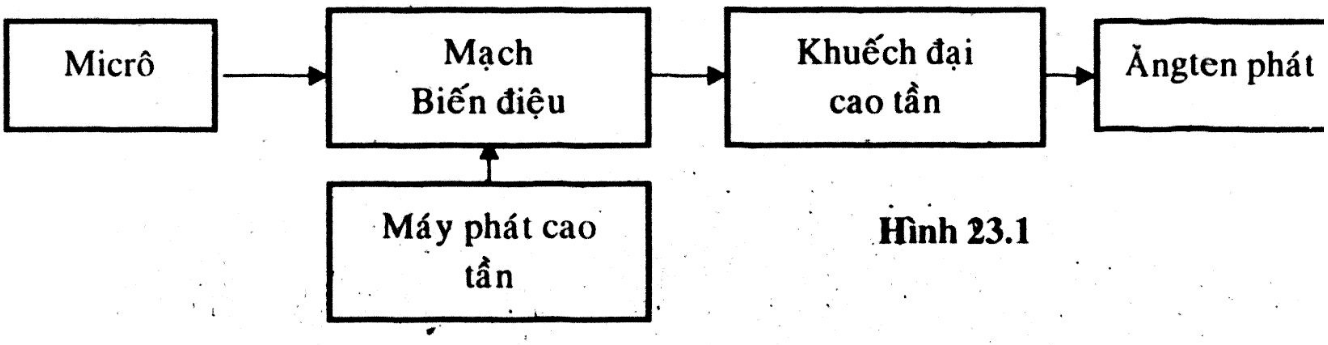
**Trả lời**

- Sóng mang là sóng điện từ cao tần (sóng vô tuyến) dùng để tải các thông tin (sóng âm tần) trong việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến.
- Biến điệu một sóng điện từ cao tần: là trộn sóng âm tần với sóng mang.

**23.3.** Vẽ sơ đồ khối của một máy phát thanh đơn giản và giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ.

**Trả lời**

- *Vẽ sơ đồ khối của một máy phát thanh đơn giản hình 23.1.*



**Hình 23.1**

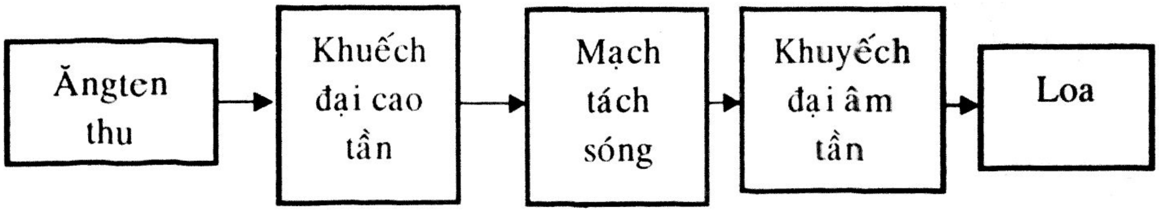
- *Giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ:*

1. *Micrô:* biến dao động âm tần thành dao động điện có cùng tần số ⇒ Sóng âm tần.
2. *Máy phát cao tần*: dùng để phát ra sóng điện từ cao tần dùng làm sóng mang.
3. *Mạch biến điệu*: dùng để trộn tín hiệu âm tần với sóng mang trước khi truyền đi.
4. *Mạch khuyếch đại:* tín hiệu sau khi được biến điệu sẽ được khuếch đại trước khi phát đi.
5. *Ăng ten phát:* dùng để phát sóng điện từ.

**23.4.** Vẽ sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản và giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ.

**Trả lời**

- *Vẽ sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản hình 23.2.*



**Hình 23.2**

- *Giải thích tác dụng của từng bộ phận trong sơ đồ:*

1. *Ăng ten thu:* dùng để thu sóng điện từ.
2. *Mạch khuyếch đại cao tần:* tín hiệu cao tần sau khi thu vào sẽ được khuếch đại trước khi tách sóng.
3. *Mạch tách sóng:* tách tín hiệu âm tần cần thiết ra khỏi sóng mang.
4. *Mạch khuyếch đại âm tần:* tín hiệu âm tần sau khi được tách ra sẽ được khuếch đại trước khi đưa ra loa.
5. *Loa:* biến dao động điện thành dao động âm có cùng tần số.

**23.5.** Trong các dụng cụ nào dưới đây có cả một máy phát sóng và một máy thu sóng vô tuyến?

A. Máy thu thanh.
B. Máy thu hình
C. Chiếc điện thoại di động.
D. Cái điều khiển tivi.

**Hướng dẫn giải**

Dụng cụ có cả một máy phát sóng và một máy thu sóng vô tuyến là chiếc điện thoại di động.

***Đáp án: C***

**23.6.** Trong "máy bắn tốc độ" xe cộ trên đường:

A. chỉ có máy phát sóng vô tuyến.

B. chỉ có máy thu sóng vô tuyến.

C. có cả máy phát sóng và máy thu sóng vô tuyến.

D. không có máy phát sóng và máy thu sóng vô tuyến.

**Hướng dẫn giải**

"máy bắn tốc độ" xe cộ trên đường ứng dụng hiệu ứng Đốp–ple của trườn hợp sóng điện từ. Máy bắn phát ra một sóng điện từ, sóng này tới đập và xe cộ đang chuyển động bị phản xạ lại và được ghi vào máy. Áp dụng hiệ ứng Đốp–ple, người ta có thể đo được tốc độ chuyển động tương đối của x so với máy.

⇒ "máy bắn tốc độ" có cả máy phát sóng và máy thu sóng vô tuyến.

***Đáp án:***

**23.7.** Biến điệu sóng điện từ là gì?

A. Là biến đổi sóng cơ thành sóng điện từ.

B. Là trộn sóng điện từ tần số âm với sóng điện từ tần số cao.

C. Là làm cho biên độ sóng điện từ tăng lên.

D. Là tách sóng điện từ tần số âm với sóng điện từ tần số cao.

**Hướng dẫn giải**

Biến điệu sóng điện từ là trộn sóng điện từ tần số âm với sóng điện từ tầ số cao.

***Đáp án:***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**23.8.** Chọn câu trả lời đúng

Nguyên tắc của mạch chọn sóng trong máy thu thanh dựa trên hiện tượng

A. Giao thoa sóng. B. Sóng dừng.

C. Cộng hưởng điện. D. Một hiện tượng khác.

**23.9.** Chọn câu trả lời sai

Điện trường và từ trường trong mạch dao động LC biến thiên tuần hoàn:

A. cùng tần số B. cùng chu kì

C. cùng biên độ D. cùng pha.

**23.10.** Chọn câu trả lời sai

Trong sơ đồ khối của một máy phát vô tuyến điện bộ phận có trong má phát là:

A. Mạch phát dao động cao tần. B. Mạch biến điệu.

C. Mạch tách sóng. D. Mạch khuếch đại.

**23.11.** Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm L không đổi v một tụ điện có điện dung C thay đổi. Biết điện trở của dây dẫn là khôn đáng kể và trong mạch có dao động điện từ riêng. Khi điện dung có giá t $C_1$ thì tần số dao động riêng của mạch là $f_1$. Khi điện dung có giá trị $C_2$ $4C_1$ thì tần số dao động riêng của mạch là:

A. $f_2 = \frac{f_1}{4}$ B. $f_2 = 2f_1$ C. $f_2 = \frac{f_1}{2}$ D. $f_2 = 4f_1$

**23.12.** Chọn câu trả lời đúng

Một mạch dao động LC gồm tụ điện có điện dung C = 50 pF và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L biến thiên trong khoảng 50 μH đến 5mH. Mạch dao động này có thể thu được sóng điện từ có bước sóng trong khoảng:

A. từ 9,425 m đến 94,25 m B. 94,25 m đến 942,5 m

C. từ 942,5 m đến 9425 m D. từ 9425 m đến 94250 m

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**23.8.** ***C***

Nguyên tắc của mạch chọn sóng trong máy thu thanh dựa trên hiện tượng cộng hưởng điện.

**23.9.** ***C***

Điện trường và từ trường trong mạch dao động LC biến thiên tuần hoàn: cùng tần số, cùng chu kì, nhưng khác biên độ ⇒ câu sai C.

**23.10.** ***C***

Trong sơ đồ khối của một máy phát vô tuyến điện bộ phận có trong máy phát là:

- Mạch phát dao động cao tần.
- Mạch biến điệu.
- Mạch khuếch đại.

⇒ câu sai C

**23.11.** ***C***

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}};\ f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow f_2 = \frac{f_1}{2}$$

**23.12.** ***B***

Áp dụng công thức:

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$$

$$\Rightarrow \lambda_{min} = 2\pi c\sqrt{L_{min}.C} = 94,25 \text{ m}$$

$$\lambda_{max} = 2\pi c\sqrt{L_{max}.C} = 942,5 \text{ m}$$

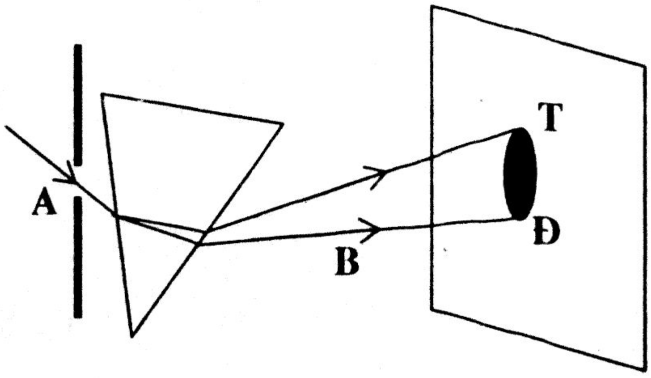
# CHƯƠNG V – SÓNG ÁNH SÁNG

## Bài 24 – TÁN SẶC ÁNH SÁNG

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Thí nghiệm về sự tán sắc ánh sáng của Niu-tơn (Newton)***

+ Dùng một màn chắn trên có khoét một khe hẹp A để tách một chùm ánh sáng mặt trời (ánh sáng mặt trời là ánh sáng trắng) có dạng một dải hẹp. Cho chùm sáng trắng này chiếu vào một lăng kính có cạnh song song với A. Sau lăng kính đặt một màn ảnh B hứng chùm tia ló.



+ Kết quả: *Trên màn ta thu được một dải màu như ở cầu vồng từ đỏ đến tím. Các tia màu đỏ bị lệch ít nhất. Các tia màu tím bị lệch nhiều nhất.*

***2. Định nghĩa tán sắc***

Sự tán sắc ánh sáng là sự phân tán một chùm ánh sáng phức tạp thành các chùm ánh sáng đơn sắc.

***3. Nguyên nhân tán sắc***

Do chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc có màu sắc khác nhau là khác nhau. Chùm ánh sáng trắng chứa nhiều thành phần đơn sắc đến mặt lăng kính dưới cùng một góc tới, nhưng do chiết suất của lăng kính đối với các tia đơn sắc khác nhau là khác nhau nên bị khúc xạ dưới các góc khúc xạ khác nhau. Kết quả, sau khi qua lăng kính chúng bị tách ra thành nhiều chùm ánh sáng có màu sắc khác nhau ⇒ tán sắc ánh sáng.

***4. Ứng dụng***

Được dùng trong các máy quang phổ để phân tích ánh sáng của một nguồn sáng hay giải thích các hiện tượng như cầu vồng...

***5. Định nghĩa ánh sáng đơn sắc***

- Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu sắc xác định gọi là màu đơn sắc.
- Một chùm ánh sáng đơn sắckhi truyền từ môi trường này sang môi trường khác, các yếu tố không bị thay đổi: tần số và màu sắc.

### *6. Ánh sáng trắng*

Là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

### *7. Chiết suất – Vận tốc và bước sóng*

- *Vận tốc* truyền ánh sáng phụ thuộc vào môi trường truyền sóng.

  - Trong không khí vận tốc đó là $c = 3.10^8$ m/s

  - Trong môi trường nước có chiết suất n đối với ánh sáng đó, vận tốc truyền sóng là: $v = \frac{c}{n} < c$

- *Bước sóng* của ánh sáng đơn sắc đó được tính bởi công thức:

  - Trong không khí: $\lambda = \frac{c}{f}$

  - Trong môi trường chiết suất n: $\lambda_n = \frac{v}{f} = \frac{\lambda}{n}$

Vì chiết suất của một môi trường vật chất $n > 1 \Rightarrow \lambda_n < \lambda$

*Chiết suất của thủy tinh biến thiên theo màu sắc của ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ tới màu tím.*

### *8. Công thức tán sắc với lăng kính*

➢ *Tổng quát*

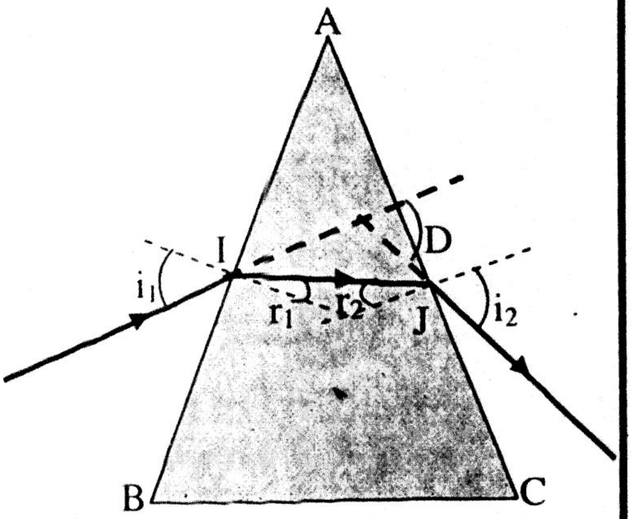
$\sin i_{1j} = n_j \sin r_{1j}$

$\sin i_{2j} = n_j \sin r_{2j}$

$A = r_{1j} + r_{2j}$

$D_j = i_{1j} + i_{2j} - A$

Chỉ số j biểu thị ứng với từng ánh sáng đơn sắc như: đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím ...



➢ *Đặc biệt*

- ***Điều kiện** $i_1$, $A \le 10^0$*

$$i_{1j} = nr_{1j} \qquad i_{2j} = nr_{2j}$$

$$A = r_{1j} + r_{2j}\,; \qquad D_j = (n_j - 1)A$$

- ***Điều kiện** góc lệch cực tiểu $D_{min}$:*

$$i_{1j} = i_{2j} = i_j \;;\; r_{1j} = r_{2j} = r_j = \frac{A}{2}$$

$$D_{jmin} = 2i_j - A$$

$$\sin\frac{D_{j\,min} + A}{2} = n_j \sin\frac{A}{2}$$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong chân không các tia đơn sắc khác nhau sẽ có:***

***A. Vận tốc khác nhau.*** ***B. Chiết suất khác nhau.***

***C. Tần số khác nhau.*** ***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

Trong chân không các tia đơn sắc khác nhau có:

Vận tốc : $v = c = 3.10^8$ m/s; Chiết suất : $n = 1$ ; Tần số khác nhau.

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn câu đúng***

***Hiện tượng tán sắc xảy ra:***

***A. chỉ với lăng kính.***

***B. chỉ với các lăng kính chất rắn hoặc chất lỏng.***

***C. ở mặt phân cách của hai môi trường chiết quang khác nhau.***

***D. ở mặt phân cách một môi trường rắn hoặc lỏng, với chân không (hoặc không khí).***

**Giải**

Hiện tượng tán sắc xảy ra ở mặt phân cách một môi trường rắn hoặc lỏng, với chân không (hoặc không khí).

***Đáp án: D***

**Bài 3:** ***Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp coi như một tia sáng vào một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác cân ABC có góc chiết quang $A = 5^0$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang tại một điểm tới rất gần A. Biết $n_t = 1,54$ và $n_d = 1,5$. Quang phổ hứng được trên một màn đặt song song và cách mặt phẳng phân giác của lăng kính là 2 m. Tính bề rộng quang phổ thu được trên màn.***

**Giải**

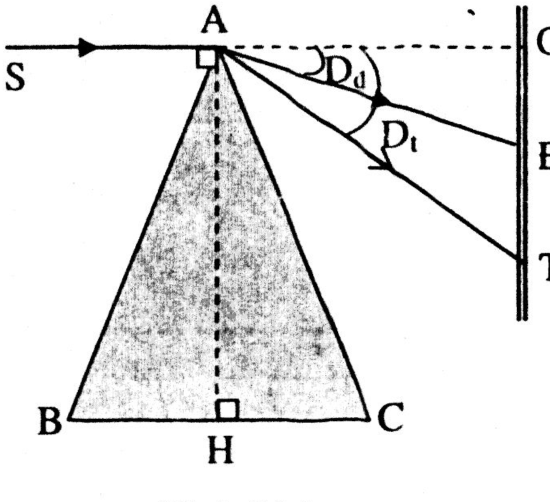
Từ hình 24.1, ta có bề rộng quang phổ thu được trên màn:

$x = ĐT = OT - OĐ$ (1)

Trong đó: $OT = OA.\tan D_t$

$OĐ = OA.\tan D_d$ (2)

Vì $SA \perp AH$ nên:



Hình 24.1

$i_1 = \frac{A}{2} = 2{,}5^0$ và $A = 5^0$ có thể dùng công thức lăng kính trong điều kiện góc nhỏ.

$$D_đ = (n_đ - 1)A\ ;\ D_t = (n_t - 1)A \qquad (3)$$

$$\tan D_đ \approx D_đ;\ \tan D_t \approx D_t$$

Từ (1), (2) và (3) suy ra: $x = OA.(n_t - n_đ).A$

$$x = 2\ .\ (1{,}54 - 1{,}5).\frac{5\pi}{180}$$

$$x \approx 7.10^{-3}\ m = 7\ mm$$

***Đáp số: x = 7 mm***

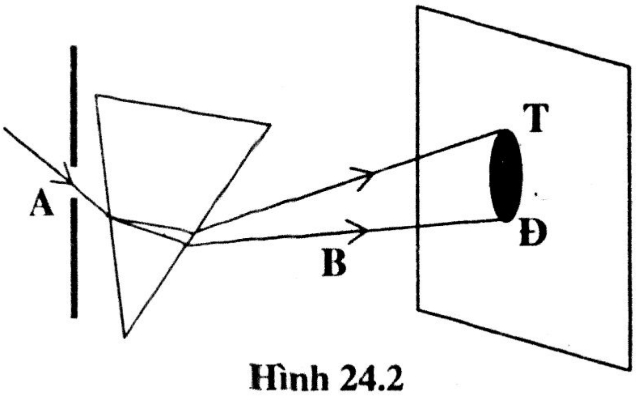
## . HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**4.1.** Trình bày thí nghiệm của Niu-tơn về sự tán sắc ánh sáng.

**Trả lời**

Dùng một màn chắn trên có khoét một khe hẹp A để tách một chùm ánh sáng mặt trời (ánh sáng mặt trời là ánh sáng trắng) có dạng một dải hẹp như hình 24.2. Cho chùm sáng trắng này chiếu vào một lăng kính có cạnh song song với A. Sau lăng kính đặt một màn ảnh B hứng chùm tia ló.



**Hình 24.2**

Kết quả: *Trên màn ta thu được một dải màu như ở cầu vồng từ đỏ đến tím. Các tia màu đỏ bị lệch ít nhất. Các tia màu tím bị lệch nhiều nhất.*

**4.2.** Trình bày thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn.

**Trả lời**

*SGK trang 123*

**4.3.** Trong thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn, nếu ta bỏ màn M đi rồi đưa hai lăng kính lại gần nhau, nhưng vẫn đặt ngược chiều nhau, thì ánh sáng có bị tán sắc hay không?

**Trả lời**

Trong thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn, với góc tới $i_1 \neq 0$, khi ta bỏ màn M đi rồi đưa hai lăng kính lại gần nhau, nhưng vẫn đặt ngược chiều nhau, thì lăng kính này giống như bản mặt song song, khi đó chùm tia ló khỏi bản mặt sẽ là chùm song song các tia sáng đơn sắc có màu từ đỏ đến tím ⇒ có sự tán sắc ánh sáng.

**24.4.** Chọn câu đúng

Thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn nhằm chứng minh:

A. sự tồn tại của ánh sáng đơn sắc.

B. lăng kính không làm thay đổi màu sắc của ánh sáng qua nó.

C. ánh sáng Mặt Trời không phải là ánh sáng đơn sắc.

D. ánh sáng có bất kì màu gì khi qua lăng kính cũng bị lệch về phía đáy.

**Hướng dẫn giải**

Thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn nhằm chứng minh lăng kính không làm thay đổi màu sắc của ánh sáng qua nó.

***Đáp án: B***

**24.5.** Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 5^0$ được coi là nhỏ, có chiế suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt l $n_d = 1,643$ và $n_t = 1,685$. Cho một chùm ánh sáng trắng hẹp rọi vào mộ mặt bên của lăng kính dưới góc tới i nhỏ. Tính góc giữa tia tím và tia đ sau khi ló khỏi lăng kính.

**Hướng dẫn giải**

Vì $i_1$ và A nhỏ nên có thể dùng công thức lăng kính trong điều kiện góc nhỏ.

$$i_1 = nr_1; i_2 = nr_2$$

Góc lệch của các tia đỏ và tím khi qua lăng kính lần lượt là:

$$D_d = (n_d - 1)A \ ; D_t = (n_t - 1)A$$

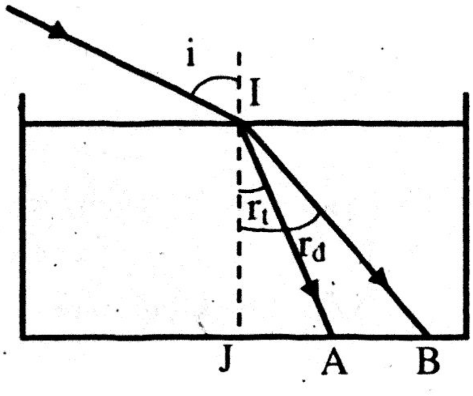
Độ rộng góc của quang phổ cho bởi lăng kính là:

$$\beta = D_t - D_d = (n_t - n_d)A$$

$$\beta = (1,685 - 1,643).\ 5 = 0,21^0 = 12,6'$$

***Đáp số: $\beta = 0,21^0 = 12,6$***

**24.6.** Một cái bể sâu 1,2 m chứa đầy nước. Một tia sáng mặt trời rọi vào mặ nước dưới góc tới i, có $\tan i = \frac{4}{3}$. Tính độ dài của quang phổ do tia sáng tạ ra ở đáy bể. Cho biết: chiết suất của nước đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là $n_d = 1,328$ và $n_t = 1,343$.



Hình 24.3

**Hướng dẫn giải**

Từ hình vẽ 24.3 ta có:

$$h = IJ = 1,2 \text{ m}$$

$$\tan i = \frac{4}{3} \Rightarrow i = 53,13^0$$

$$\sin r_d = \frac{\sin i}{n_d} = \frac{\sin 53,13^0}{1,328} = 0,602 \Rightarrow r_d$$

$$= 37{,}04^0$$

$$JB = h\tan r_đ = 1{,}2\ .\ \tan 37{,}04^0 = 0{,}906\ m$$

$$\sin r_t = \frac{\sin i}{n_t} = \frac{\sin 53{,}13^0}{1{,}343} = 0{,}596 \Rightarrow r_t = 36{,}56^0$$

$$JA = h\tan r_t = 1{,}2\ .\ \tan 36{,}56^0 = 0{,}890\ m$$

Độ dài của quang phổ do tia sáng tạo ra ở đáy bể là:

$$\Rightarrow AB = JB - JA = 0{,}016\ m = 1{,}6\ cm$$

***Đáp số: AB = 1,6 cm***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**24.7.** Chọn câu trả lời đúng

Bước sóng của một ánh sáng đơn sắc trong không khí là 720 nm. Bước sóng của nó trong nước là:

A. 480 nm B. 540 nm C. 720 nm D. 960 nm

Biết chiết suất của nước là $n = \frac{4}{3}$.

**24.8.** Chọn câu trả lời đúng

Khi một chùm ánh sáng đơn sắc truyền từ nước ra không khí thì:

A. Tần số tăng, bước sóng giảm.

B. Tần số giảm, bước sóng tăng.

C. Tần số không đổi, bước sóng giảm.

D. Tần số không đổi, bước sóng tăng.

**24.9.** Chọn câu trả lời đúng

Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 10^0$. Chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ là $n_đ = 1{,}65$ và đối với ánh sáng tím là $n_t = 1{,}68$. Chiếu một chùm ánh sáng trắng hẹp coi như một tia sáng vào mặt bên AB của lăng kính theo phương vuông góc với AB. Góc hợp bởi tia ló màu đỏ với tia ló màu tím là:

A. $0{,}3^0$ B. $0{,}6^0$ C. $3^0$ D. $33^0$

**24.10.** Chọn câu trả lời đúng

Một thấu kính hội tụ mỏng gồm hai mặt cầu lồi giống nhau bán kính 30 cm. Biết chiết suất của thủy tinh đối với tia đỏ là $n_đ = 1{,}5$ và đối với tia tím là $n_t = 1{,}54$. Khoảng cách giữa tiêu điểm đối với tia đỏ và tiêu điểm đối với tia tím của thấu kính đó là:

A. 2,22 mm B. 2,22 cm C. 2,22 μm D. 2,22 m

**24.11.** Chiếu vào mặt bên một lăng kính có góc chiết quang $A = 60^0$ một chùm ánh sáng trắng. Biết góc lệch của tia màu vàng là cực tiểu. Tính góc lệch tạo bởi tia ló màu đỏ và tia ló màu tím. Biết chiết suất của lăng kính với tia màu vàng là $n_v = 1{,}52$, màu đỏ $n_đ = 1{,}5$ và màu tím $n_t = 1{,}54$.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**24.7.** ***B***

Trong nước: $\lambda_n = \dfrac{v}{f}$; Trong không khí: $\lambda_0 = \dfrac{c}{f} \Rightarrow \lambda_n = \dfrac{\lambda_0}{n} = 540$ nm

**24.8.** ***D***

Khi một chùm ánh sáng đơn sắc truyền từ nước ra không khí thì: tần số không đổi, bước sóng tăng.

Trong nước: $\lambda_n = \dfrac{v}{f}$; Trong không khí: $\lambda_0 = \dfrac{c}{f}$; $v \le c \Rightarrow \lambda_n < \lambda_0$

**24.9.** ***A***

Từ hình 24.4, vì SI ⊥ AB $\Rightarrow i_1 = 0$.

Mà $A = 10^0$ nên có thể dùng công thức lăng kính trong điều kiện góc nhỏ.

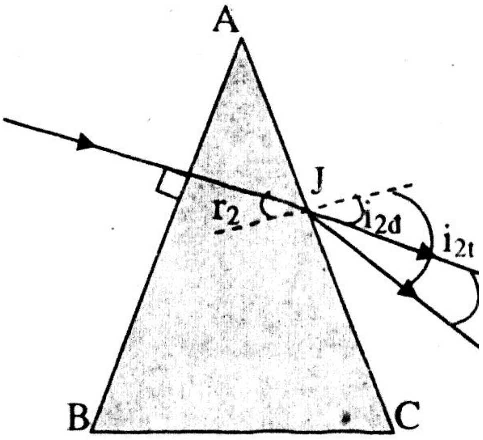
$$i_1 = 0 \Rightarrow r_1 = 0$$

$$r_2 = A \Rightarrow i_2 = nr_2$$

Góc hợp bởi tia ló màu đỏ với tia ló màu tím:

$$\beta = i_{2t} - i_{2d} = (n_t - n_d)A$$

$$\beta = (1{,}68 - 1{,}65).\ 10 = 0{,}3^0$$



**Hình 24.4**

**24.10.** ***B***

Áp dụng công thức: $\dfrac{1}{f_d} = (n_d - 1)\dfrac{2}{R} \Rightarrow f_d = \dfrac{R}{2(n_d - 1)}$

$$\frac{1}{f_t} = (n_t - 1)\frac{2}{R} \Rightarrow f_t = \frac{R}{2(n_t - 1)}$$

Khoảng cách giữa tiêu điểm đối với tia đỏ và tiêu điểm đối với tia tím của thấu kính hội tụ đó là:

$$\Delta f = f_d - f_t = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{n_d - 1} - \frac{1}{n_t - 1}\right) = 2{,}22 \text{ cm}$$

**24.11.** Góc lệch của tia màu vàng là cực tiểu nên:

$$i_{1V} = i_{2V} = i_1;\ \ r_{1V} = r_{2V} = r_V = \frac{A}{2} = 30^0$$

$$\Rightarrow \sin i_1 = n_V \sin r_V = 1{,}52\sin 30^0 \Rightarrow i_1 = 49{,}46^0$$

Mặt khác: $i_{1d} = i_{1t} = i_{1v} = i_1 = 49{,}46^0$

$$\Rightarrow \sin r_{1d} = \frac{\sin i_{1d}}{n_d} \Rightarrow r_{1d} = 30{,}44^0$$

$$r_{2d} = A - r_{1d} = 29{,}56^0$$

$$\sin i_{2d} = n_d \sin r_{2d} \Rightarrow i_{2d} = 47{,}73^0$$

$$\Rightarrow \sin r_{1t} = \frac{\sin i_{1t}}{n_t} \Rightarrow r_{1t} = 29,57^0$$

$$r_{2t} = A - r_{1t} = 30,43^0$$

$$\sin i_{2t} = n_t \sin r_{2t} \Rightarrow i_{2t} = 51.25^0$$

Góc hợp bởi tia ló màu đỏ với tia ló màu tím:

$$\beta = i_{2t} - i_{2đ} = 51,25 - 47,73 = 3,52^0$$

***Đáp số: $\beta = 3,52^0$***

# Bài 25 – GIAO THOA ÁNH SÁNG

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

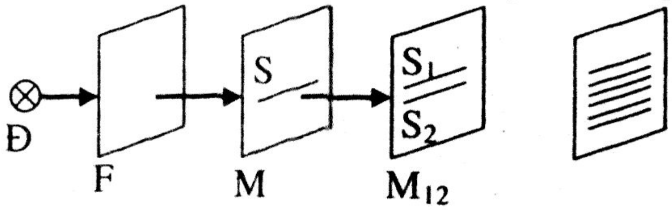
### *1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng*

Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng truyền sai lệch so với sự truyền thẳng khi ánh sáng gặp vật cản.

### *2. Thí nghiệm Y-âng( Young) về hiện tượng giao thoa ánh sáng*

- *Trường hợp ánh sáng đơn sắc :* bố trí thí nghiệm như hình vẽ:

+ Ánh sáng từ đèn Đ phát ra ánh sáng trắng, cho qua kính lọc F rồi chiếu vào một khe hẹp S trên màn chắn M biến S thành nguồn sáng đơn sắc.



+ Chùm sáng sau khi qua S được chiếu vào hai khe hẹp $S_1$, $S_2$ trên màn $M_{12}$, nằm song song nhau và song song với S.

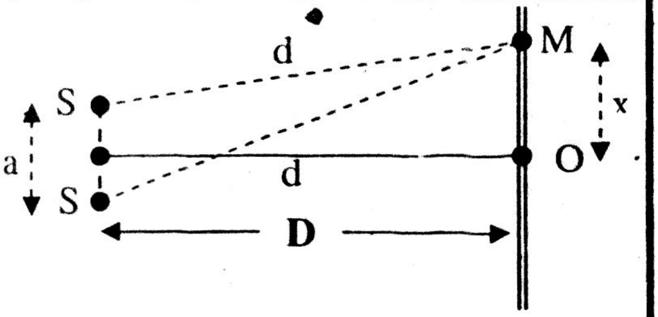
+ Đặt sau màn $M_{12}$ một màn ảnh trong miền chồng chập của hai chùm sáng từ $S_1$, $S_2$ tới, ta thấy một vùng sáng hẹp trên màn trong đó xuất hiện các vạch sáng tối xen kẽ cách đều, màu sáng là màu của ánh sáng đơn sắc đó. Hiện tượng này gọi là hiện tượng giao thoa ánh sáng.

- *Trường hợp ánh sáng trắng :* Nếu bỏ kính lọc F, ta thấy có một vạch sáng trắng ở chính giữa, hai bên có những dải màu cầu vồng , tím ở trong , đỏ ở ngoài.

### *3. Công thức giao thoa ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda$*

+ Bằng hình học ta có hiệu quang trình (hiệu đường đi)

$$d_1 - d_2 = \frac{ax}{D}$$



+ Điều kiện để M là vị trí vân sáng

$$d_1 - d_2 = k\lambda \; ; \; k \in Z$$

➢ ***Vị trí vân sáng***

$$x_s^k = \frac{k\lambda D}{a} \; ; \; k = 0; \pm 1 \; ; \pm 2...$$

- k = 0 : $x_S^0 = 0$ : vị trí vân sáng trung tâm
- k = 1: $x_S^1 = \frac{\lambda D}{a}$ : vị trí vân sáng bậc nhất, ...

+ Điều kiện để M là vị trí vân tối

$$d_1 - d_2 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \; ; \; k \in Z$$

➢ ***Vị trí vân tối***

$$x_T^k = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a}$$

- k = 0 : $x_T^0 = \frac{\lambda D}{2a}$: vân tối thứ nhất
- k = 1 : $x_T^1 = \frac{3\lambda D}{2a}$: vân tối thứ hai

➢ ***Khoảng vân***

Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp.

$$i = x_S^{k+1} - x^k_S = x_T^{k+1} - x_T^k = \frac{\lambda D}{a}$$

➢ ***Số vân sáng – vân tối trong miền giao thoa bề rộng L***

Lập tỉ số: $n = \frac{L}{2i}$ ; Gọi $N_{max}$ = phần nguyên của n

⇒ Số vân sáng: $N_S = 2N_{max} + 1$

⇒ Số vân tối:

* Nếu phần thập phân của n < 0,5 thì:

$$N_T = 2N_{max}$$

* Nếu phần thập phân của n ≥ 0,5 thì:

$$N_T = 2(N_{max} + 1)$$

### 4. *Công thức giao thoa ánh sáng trắng*

Ánh sáng trắng bước sóng (trong chân không) biến thiên liên tục trong khoảng: $0{,}4\ \mu m \le \lambda_i \le 0{,}76\ \mu m$

- ***Vị trí vân sáng***

$$x_S^{kj} = \frac{k_j\lambda_j D}{a} \quad ; \quad k_j = 0 ; \pm 1 ; \pm 2...$$

- $k_j = 0$ : $x_S^0 = 0$ : vị trí vân sáng trắng trung tâm
- $k_j = 1$ : $x_S^1 = \frac{\lambda D}{a}$ : vị trí vân sáng bậc nhất của ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_j$, ...

- ***Vị trí vân tối***

$$x_T^{kj} = \frac{(2k_j + 1)\lambda_j D}{2a}$$

- $k_j = 0$ : $x_T^0 = \frac{\lambda_j D}{2a}$: vân tối thứ nhất của ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_j$.
- $k = 1$ : $x_T^1 = \frac{3\lambda D}{2a}$: vân tối thứ hai của ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_j$.

- ***Khoảng vân***

$$i_j = x_S^{kj+1} - x^{kj}_S = x_T^{kj+1} - x_T^{kj} = \frac{\lambda_j D}{a}$$

- ***Độ rộng quang phổ bậc I***

$$\Delta x_1 = x_S^{đỏ 1} - x_S^{tím 1} = i_{đỏ} - i_{tím} = \frac{(\lambda_đ - \lambda_t)D}{a}$$

- ***Độ rộng quang phổ bậc II***

$$\Delta x_2 = 2\Delta x_1$$

### *5. Ứng dụng*

Đo bước sóng của ánh sáng theo công thức: $\lambda = \frac{ai}{D}$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Người ta thực hiện giao thoa ánh sáng đơn sắc với khe Y-âng mà khoảng cách giữa hai khe là 2 mm. Khoảng cách từ màn đến hai khe là 1,4 m. Biết khoảng cách từ vân sáng thứ nhất đến vân sáng thứ 16 là 5,25 mm. Bước sóng λ của ánh sáng tới là:***

***A. 0,47 μm B. 0,50 μm C. 0,54 μm D. 0,75 μm***

**Giải**

Khoảng cách từ vân sáng thứ nhất đến vân sáng thứ 16 là:

$$\Delta x = 15i = 5{,}25 \text{ mm} \Rightarrow i = 0{,}35 \text{ mm}$$

Bước sóng: $\lambda = \frac{ai}{D} = 0{,}5\ \mu m$

***Đáp án:***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc, vân sáng trên màn là ...***

***A. tập hợp các điểm có hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằn một số nguyên lần bước sóng.***

***B. tập hợp các điểm có hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằn một số lẻ lần nửa bước sóng.***

***C. tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến ha nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng.***

***D. tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ) đến ha nguồn bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.***

**Giải**

Gọi $d_1$; $d_2$ = khoảng cách từ hai nguồn kết hợp tới vị trí vân sáng.

$\ell_1$; $\ell_2$ = quang trình từ hai nguồn kết hợp tới vị trí vân sáng.

n = chiết suất của môi trường.

$$\Rightarrow \ell_1 = nd_1 ;\ \ell_2 = nd_2$$

$$\ell_2 - \ell_1 = n(d_2 - d_1) = k\lambda \text{ ; Với } k \in Z$$

$\Rightarrow$ vân sáng trên màn là tập hợp các điểm có hiệu quang trình (quang lộ đến hai nguồn bằng một số nguyên lần bước sóng.

***Đáp án:***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong thí nghiệm Y-âng, hai khe $S_1$, $S_2$ cách nhau 1 mm v cách màn quan sát 1 m.***

***Hiện tượng giao thoa xảy ra đồng thời với hai ánh sáng đơn sắ có $\lambda_1 = 0{,}4\ \mu m$ và $\lambda_2 = 0{,}6\ \mu m$. Vị trí tại đó các vân sáng của ha bức xạ trên trùng nhau:***

***A. 1,2 mm*** ***B. 2,4 mm***

***C. 3,6 mm*** ***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

Vị trí vân sáng: $x_s^{k1} = \frac{k_1\lambda_1 D}{a}$ ; $x_s^{k2} = \frac{k_2\lambda_2 D}{a}$

Điều kiện để hai ánh sáng đơn sắc có vân sáng trùng nhau:

$$\frac{k_1\lambda_1 D}{a} = \frac{k_2\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} k_1 = \frac{2}{3} k_1$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $k_1$ | 0 | 3 | 6 | 9 ... |
| $k_2$ | 0 | 2 | 4 | ... |
| $x_1 \equiv x_2$ (mm) | 0 | ± 1,2 | ± 2,4 | ± 3,6 ... |

***Đáp án: D***

**Bài 4:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Trong thí nghiệm Y-âng, các khe được chiếu sáng bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 0,4 μm đến 0,75 μm. Khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm, khoảng cách giữa hai khe đến màn là 2 m. Độ rộng quang phổ bậc hai quan sát được trên màn là:***

***A. 1,4 mm*** ***B. 1,4 cm***

***C. 2,8 mm*** ***D. 2,8 cm***

**Giải**

Độ rộng quang phổ bậc II:

$$\Delta x_1 = x_S^{đỏ2} - x_S^{tím2} = 2(i_{đỏ} - i_{tím}) = 2.\frac{(\lambda_đ - \lambda_t)D}{a} = 2,8 \text{ mm}$$

***Đáp án: C***

**Bài 5:** ***Thực hiện giao thoa ánh sáng với khe Y-âng, $S_1S_2 = a = 0,5$ mm. Khoảng cách từ mp chứa hai khe đến nguồn đến màn là D = 2 m. Bước sóng ánh sáng là $\lambda = 5.10^{-4}$ mm.***

***a) Hỏi các điểm M và N lần lượt cách vân sáng trung tâm 7 mm và 10 mm là những vân gì? thứ mấy?***

***b) Biết bề rộng giao thoa của trường là 2,7 cm. Tìm số vân sáng và vân tối trên màn.***

***c) Tìm khoảng cánh từ vân trung tâm đến vân sáng thứ tư và vân tối thứ sáu.***

***d) Nếu thực hiện giao thoa trong nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$. Tính khoảng vân trong trường hợp này.***

**Giải**

a) Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 2$ mm

Vị trí cửa vân sáng: $x_s^k = ki$ ; $k \in Z$ (1)

Vị trí vân tối: $x_T = \frac{(2k+1)i}{2}$ ; $k \in Z$ (2)

Theo đề: $x_M = 7$ mm; $x_N = 10$ mm

Để $k \in Z$ thì M thỏa vị trí vân tối; N thỏa vị trí vân sáng.

$$(1) \Rightarrow x_T^k = \frac{(2k+1)i}{2} = x_M$$

$$\Rightarrow k = \frac{1}{2}\left(\frac{2x_M}{i} - 1\right) = 3 \Rightarrow \text{M vân tối thứ tư}$$

Tương tự, từ (2) suy ra:

$$x_s^k = ki = x_N \Rightarrow k = \frac{x_N}{i} = 5 \Rightarrow \text{N vân sáng thứ năm}$$

b) Biết bề rộng giao thoa của trường là 2,7 cm. Tìm số vân sáng và vâ tối trên màn.

Lập tỉ số: $$n = \frac{L}{2i} = \frac{27}{2.2} = 6,75$$

Số vân sáng, tối quan sát được trên màn:

$$N_S = 2 . 6 + 1 = 13 \text{ vân sáng}$$
$$N_T = 2 . ( 6 + 1 ) = 14 \text{ vân tối}$$

c) Khoảng cánh từ vân trung tâm đến vân sáng thứ tư và vân tối t sáu:

$$x_s^4 = ki = 8 \text{ mm}$$
$$x_T^5 = \frac{(2k+1)i}{2} = 11 \text{ mm}$$

d) Thực hiện giao thoa trong nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$:

$$i_n = \frac{\lambda_n D}{a} = \frac{\lambda D}{na} = \frac{i}{n} = 1,5 \text{ mm}$$

***Đáp số: a) M: vân tối thứ 4 ; N : vân sáng thứ***

***b) $N_s = 13$ vân sáng; $N_T = 14$ vân t***

***c) $x_s^4 = 8$ mm ; $x_T^5 = 11$ mm ; d) $i_n = 1,5$ m***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**25.1.** Kết luận quan trọng nhất rút ra từ thí nghiệm Y-âng là gì ?

**Trả lời**

Kết luận quan trọng nhất rút ra từ thí nghiệm Y-âng là ánh sáng có tí chất sóng.

**25.2.** Viết công thức xác định vị trí các vân sáng.

**Trả lời**

Khoảng cách từ tâm của vân chính giữa (vân trung tâm) đến vân sáng thứ được tính bằng công thức:

$$x_k = \frac{k\lambda D}{a} \quad (k = 0; \pm 1; \pm 2 ...)$$

**25.3.** Viết công thức tính khoảng vân.

**Trả lời**

Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp và được tính bởi công thức:

$$i = x_S^{k+1} - x_S^{k} = x_T^{k+1} - x_T^{k} = \frac{\lambda D}{a}$$

Trong đó: a là khoảng cách giữa hai khe $S_1S_2$.

D là khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn ảnh.

λ là bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm.

**25.4.** Ánh sáng nhìn thấy có bước sóng nằm trong khoảng nào?

**Trả lời**

Ánh sáng nhìn thấy có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm; có màu sắc từ tím tới đỏ.

**25.5.** Nêu những đặc điểm của ánh sáng đơn sắc.

**Trả lời**

Đặc điểm của ánh sáng đơn sắc là:

- có một màu sắc xác định.
- có một tần số xác định.
- trong một môi trường trong suốt xác định thì có một bước sóng xác định.
- không bị tán sắc khi qua lăng kính.

▼

**25.6.** Chỉ ra công thức đúng để tính khoảng vân.

A. $i = \frac{\lambda D}{a}$ B. $i = \frac{\lambda D}{a}$ C. $i = \frac{aD}{\lambda}$ D. $i = \frac{a}{\lambda D}$

**Hướng dẫn giải**

Công thức đúng để tính khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$

***Đáp án: A***

**25.7.** Chọn câu đúng

Bức xạ màu vàng của natri có bước sóng λ bằng:

A. 0,589 mm B. 0,589 nm C. 0,589 μm D. 0,589 pm

**Hướng dẫn giải**

Bức xạ màu vàng của natri có bước sóng λ = 0,589 μm

***Đáp án: C***

**25.8.** Trong một thí nghiệm Y-âng với a = 2 mm, D = 1,2 m, người ta đo được i = 0,36 mm. Tính bước sóng λ và tần số f của bức xạ.

**Hướng dẫn giải**

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = 0{,}6.10^{-6}\text{ m} = 0{,}6\ \mu\text{m}$$

Tần số của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$f = \frac{c}{\lambda} = 5.10^{14}\text{ Hz}$$

*Đáp số: λ = 0,6 μm; f = 5.$10^{14}$ H*

**25.9.** Một khe hẹp F phát ra ánh sáng đơn sắc bước sóng λ = 600 nm chiếu sáng hai khe $F_1$, $F_2$ song song với F và cách nhau 1,2 mm. vân giao thoa đượ quan sát trên một màn M song song với mặt phẳng chứa $F_1$, $F_2$ và cách nó 0,5 m.

a) Tính khoảng vân.

b) Xác định khoảng cách từ vân sáng chính giữa đến vân sáng bậc 4.

**Hướng dẫn giải**

a) Khqảng vân:

$$i = \frac{\lambda D}{a} = 0{,}25\text{ mm}$$

b) Khoảng cách từ vân chính giữa đến vân sáng bậc 4 được tính bằn công thức:

$$x_k = \frac{k\lambda D}{a} = ki \text{ với } k = 4$$

$$\Rightarrow x_S^4 = 4 . 0{,}25 = 1\text{ mm}$$

*Đáp số: a) i = 0,25 mm; b) $x_X^4$ = 1 mm*

**25.10.** Trong một thí nghiệm Y-âng, khoảng cách giữa hai lỗ $S_1$, $S_2$ là a = 1,5 mm, khoảng cách từ $S_1$, $S_2$ đến màn quan sát là D = 1,24 m. Đo khoản cách từ một vân sáng đến vân thứ 12 bên phải nó là 5,21 mm. Tính bước sóng của ánh sáng.

**Hướng dẫn giải**

Khoảng cách từ một vân sáng đến vân thứ 12 bên phải nó là11 khoản vân:

$$11i = 5{,}21\text{ mm} \Rightarrow i = 0{,}474\text{ mm}$$

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = 0{,}596\ \mu\text{m}$$

*Đáp số: λ = 0,596 μ*

## ). MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**5.11.** Khi ánh sáng truyền từ một môi trường sang một môi trường khác, thì trong ba đại lượng đặc trưng của sóng là tần số, chu kì và bước sóng, đại lượng nào bị thay đổi, đại lượng nào không?

**5.12.** Chọn câu trả lời đúng

Ứng dụng của hiện tượng giao thoa ánh sáng để đo:

A. Tần số ánh sáng.    B. Bước sóng của ánh sáng.

C. Chiết suất của một môi trường    D. Vận tốc của ánh sáng.

**5.13.** Chọn câu trả lời đúng

Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, các khe $S_1$, $S_2$ được chiếu bởi ánh sáng đơn sắc. Khoảng cách giữa 2 khe là a = 1 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn thu ảnh là D = 2 m, khoảng cách giữa năm vân sáng liên tiếp trên màn là 6 mm. Ánh sáng dùng trong thí nghiệm có bước sóng:

A. 0,43 µm    B. 0,6 µm    D. 0,7 µm    D. một giá trị khác.

**5.14.** Chọn câu trả lời đúng

Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng Y-âng: Khoảng cách hai khe $S_1S_2$ là 1,5 mm, khoảng cách từ $S_1S_2$ đến màn là 1,5 m, bước sóng ánh sáng là 0,5 µm. Xét hai điểm M và N (ở cùng phía đối với O) có tọa độ lần lượt $x_M = 3$ mm và $x_N = 7$ mm. Trong khoảng giữa M và N (không tính M, N) có:

A. 7 vân sáng    B. 8 vân sáng

C. 9 vân sáng    D. một giá trị khác.

**5.15.** Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khi chiếu sáng lỗ F bằng một đèn natri phát ra ánh sáng màu vàng bước sóng $\lambda = 589$ nm người ta quan sát được 15 vân sáng, mà khoảng cách giữa tâm hai vân ngoài cùng là 6,3 mm. Thay đèn natri bằng nguồn phát bước sóng λ' thì quan sát được 18 vân sáng, mà hai vân sáng ngoài cùng cũng cách nhau 6,3 mm. Tính bước sóng λ'.

**25.16.** Trong thí nghiệm Y-âng, hai khe cách nhau a = 2 mm phát ra ánh sáng trắng có $0,40\ \mu m \leq \lambda \leq 0,76\ \mu m$ và khoảng cách từ mặt phẳng hai khe tới màn ảnh E là D = 2 m. Tính bước sóng tương ứng với những vạch đen trên quang phổ cho bởi kính quang phổ có khe đặt tại một điểm M cách vân trung tâm một đoạn 4 mm.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**25.11.**

Khi ánh sáng truyền từ một môi trường sang một môi trường khác, thì:

- đại lượng không đổi là tần số và chu kì.
- đại lượng bị thay đổi là bước sóng.

**25.12.** ***B***

Ứng dụng của hiện tượng giao thoa ánh sáng để đo bước sóng của ánh sáng.

**25.13.** ***D***

Khoảng cách giữa năm vân sáng liên tiếp trên màn là:

$$4i = 6 \text{ mm} \Rightarrow i = 1{,}5 \text{ mm}$$

Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{ai}{D} = 0{,}75\ \mu\text{m}$$

**25.14.** ***A***

Khoảng vân giao thoa trên màn là: $i = \dfrac{\lambda D}{a} = 0{,}5$ mm

Mặt khác: $k_M = \dfrac{x_M}{i} = 6 \Rightarrow$ M vân sáng thứ sáu.

$k = \dfrac{x_N}{i} = 14 \Rightarrow$ N vân sáng thứ mười bốn.

Số vân sáng trong khoảng giữa M và N ( không tính M, N) là:

$$N_S = \frac{x_N - x_M}{i} - 1 = 7 \text{ vân sáng}$$

**25.15.**

Ứng với bức xạ có bước sóng $\lambda = 589$ nm, thì quan sát được 15 vân sáng $\Rightarrow$ ứng với 14 khoảng vân i trên màn $\Rightarrow 14i = 6{,}3$ mm

Ứng với bức xạ có bước sóng $\lambda'$, thì quan sát được 18 vân sáng $\Rightarrow$ ứng vớ 17 khoảng vân i’ trên màn $\Rightarrow 17i' = 6{,}3$ mm

$$\Rightarrow 17i' = 14i$$

Mặt khác: $$i = \frac{\lambda D}{a};\ i' = \frac{\lambda' D}{a} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{i'}{i} = \frac{14}{17}$$

$$\Rightarrow \lambda' = \frac{14}{17}\lambda = 485 \text{ nm}$$

***Đáp số: λ’ = 485 nn***

**25.16.** Điều kiện của ánh sáng trắng có bước sóng cho vạch đen tại vị trí M cácl vân trung tâm 4 mm là:

$$x_T^{kj} = \frac{(2k_j+1)\lambda_j D}{2a} = x_M \Rightarrow \lambda_j = \frac{2ax_M}{(2k_j+1).D} = \frac{8}{2k_j+1}\ (\mu\text{m})$$

$$\Rightarrow 0{,}4\ \mu\text{m} \le \frac{8}{2k_j+1} \le 0{,}76\ \mu\text{m} \Rightarrow 4{,}8 \le k_j \le 9{,}5$$

Bước sóng của những ánh sáng đơn sắc cho vạch đen tại vị trí M cách vâı trung tâm 4 mm:

$k_1 = 5 \Rightarrow \lambda_1 = 0{,}73\ \mu$m $\qquad$ $k_2 = 6 \Rightarrow \lambda_2 = 0{,}62\ \mu$m

$k_3 = 7 \Rightarrow \lambda_3 = 0,53\ \mu m$ $k_4 = 8 \Rightarrow \lambda_4 = 0,47\ \mu m$

$k_5 = 9 \Rightarrow \lambda_5 = 0,42\ \mu m$

***Đáp số:*** $\lambda_1 = 0,73\ \mu m$; $\lambda_2 = 0,62\ \mu m$; $\lambda_3 = 0,53\ \mu m$; $\lambda_4 = 0,47\ \mu m$; $\lambda_5 = 0,42\ \mu m$

# Bài 26 – CÁC LOẠI QUANG PHỔ

## . KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

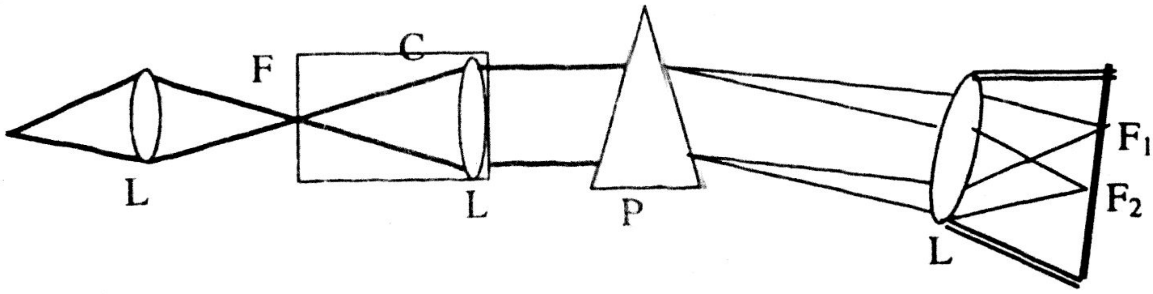
### 1. Máy quang phổ lăng kính

***a) Định nghĩa***

Máy quang phổ lăng kính là dụng cụ dùng để phân tích chùm ánh sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc.

Nó dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

***b) Nguyên tắc cấu tạo***



*Cấu tạo gồm*

- *Ống chuẩn trực:* để tạo chùm ánh sáng song song.
- *Hệ tán sắc:* Bộ phận của máy làm nhiệm vụ tán sắc ánh sáng là lăng kính.
- *Buồng tối (buồng ảnh):* để ghi nhận ảnh quang phổ của các nguồn sáng.

***c) Nguyên tắc hoạt động:*** dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng.

### 2. Quang phổ phát xạ

***a) Quang phổ liên tục***

- *Định nghĩa*

  Quang phổ liên tục là quang phổ gồm một dải sáng có màu sắc biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

- *Nguồn phát sinh*

  + Các vật rắn, lỏng, hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

+ Mặt trời phát ra quang phổ liên tục.

- *Đặc điểm*

  + Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

  + Nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về phía ánh sáng có bước sóng ngắn của quang phổ liên tục.

- *Ứng dụng*

  Dựa vào quang phổ liên tục để xác định nhiệt độ các vật sáng do nung nóng. Ví dụ: nhiệt độ lò nung, hồ quang, mặt trời, các vì sao...

***b) Quang phổ vạch phát xạ***

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch phát xạ là quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

- *Nguồn phát sinh*

  Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện...) phát ra quang phổ vạch phát xạ.

- *Đặc điểm*

  Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về: số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

  *Như vậy: mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.*

- *Ứng dụng*

  Để nhận biết được sự có mặt của một nguyên tố trong các hỗn hợp hay trong hợp chất, xác định thành phần cấu tạo hay nhiệt độ của vật.

***3. Quang phổ hấp thụ***

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch hấp thụ là một hệ thống các vạch tối nằm trên nền quang phổ liên tục.

- *Nguồn gốc phát sinh*

  Chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi được nung nóng ở nhiệt độ thấp, sẽ thu được quang phổ vạch hấp thụ.

- *Đặc điểm*

  Vị trí cách vạch tối nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của chất khí hay hơi đó.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời sai***

***Cấu tạo của máy quang phổ:***

***A. Máy quang phổ là một dụng cụ ứng dụng của hiện tượng tán sắc ánh sáng.***

***B. Máy quang phổ dùng để phân tích ánh sáng muốn nghiên cứu thành nhiều thành phần đơn sắc khác nhau.***

***C. Ống chuẩn trực của máy quang phổ dùng để tạo chùm tia phân kì.***

***D. Lăng kính trong máy quang phổ là bộ phận có tác dụng làm tán sắc chùm tia sáng từ ống chuẩn trực chiếu đến.***

**Giải**

Cấu tạo của máy quang phổ:

- Máy quang phổ là một dụng cụ ứng dụng của hiện tượng tán sắc ánh sáng.
- Máy quang phổ dùng để phân tích ánh sáng muốn nghiên cứu thành nhiều thành phần đơn sắc khác nhau.
- Ống chuẩn trực của máy quang phổ dùng để tạo chùm tia *song song*.
- Lăng kính trong máy quang phổ là bộ phận có tác dụng làm tán sắc chùm tia sáng song song từ ống chuẩn trực chiếu đến .

⇒ câu sai C

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Đặc điểm của quang phổ liên tục là...***

***A. phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng.***

***B. không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng.***

***C. không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.***

***D. nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về phía bước sóng lớn của quang phổ liên tục.***

**Giải**

Đặc điểm của quang phổ liên tục là không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng.

***Đáp án: B***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Ưu điểm của phép phân tích quang phổ:***

***A. cho kết quả có độ chính xác cao hơn phép phân tích hóa học.***

***B. không phá hủy mẫu.***

***C. Có thể phân tích được thành phần cấu tạo của Mặt Trời, các vì sao...***

***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

Ưu điểm của phép phân tích quang phổ:

- cho kết quả có độ chính xác cao hơn phép phân tích hóa học.
- không phá hủy mẫu.
- Có thể phân tích được thành phần cấu tạo của Mặt Trời, các vì sao...

⇒ Cả A, B, C đều đúng.

***Đáp án: D***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

?

**26.1.** Quang phổ vạch phát xạ là gì? Điều kiện để có quang phổ vạch phát xạ là gì? Đặc điểm của quang phổ vạch phát xạ là gì?

**Trả lời**

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch phát xạ là quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

- *Điều kiện phát sinh*

  Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện...) phát ra quang phổ vạch phát xạ.

- *Đặc điểm*

  Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về: số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

  *Như vậy: mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.*

**26.2.** Quang phổ liên tục là gì? Điều kiện để có quang phổ liên tục là gì? Đặc điểm của quang phổ liên tục là gì?

**Trả lời**

- *Định nghĩa*

  Quang phổ liên tục là quang phổ gồm một dải sáng có màu sắc biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

- *Điều kiện phát sinh*

  + Các vật rắn, lỏng, hoặc khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng phát ra quang phổ liên tục.

  + Mặt trời phát ra quang phổ liên tục.

- *Đặc điểm*

  + Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

  + Nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về phía ánh sáng có bước sóng ngắn của quang phổ liên tục.

**6.3.** Quang phổ hấp thụ là gì? Trình bày cách tạo ra quang phổ hấp thụ. Đặc điểm của quang phổ hấp thụ là gì?

**Trả lời**

- *Định nghĩa*

  Quang phổ vạch hấp thụ là một hệ thống các vạch tối nằm trên nền quang phổ liên tục.

- *Cách tạo*

  Chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi được nung nóng ở nhiệt độ thấp, sẽ thu được quang phổ vạch hấp thụ.

- *Đặc điểm*

  Vị trí cách vạch tối nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của chất khí hay hơi đó.

**6.4.** Quang phổ vạch phát xạ do chất nào dưới đây bị nung nóng phát ra?

A. chất rắn. B. chất lỏng.

C. chất khí ở áp suất thấp. D. chất khí ở áp suất cao.

**Hướng dẫn giải**

Quang phổ vạch phát xạ được phát ra bởi các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện...)

***Đáp án: C***

**6.5.** Chỉ ra câu sai

Quang phổ liên tục được phát ra bởi chất nào dưới đây khi bị nung nóng?

A. chất rắn. B. chất lỏng.

C. chất khí ở áp suất thấp. D. chất khí ở áp suất cao.

**Hướng dẫn giải**

Quang phổ liên tục được phát ra bởi chất rắn, chất lỏng, chất khí có áp suất cao $\Rightarrow$ câu C sai.

***Đáp án: C***

**26.6.** Trong quang phổ vạch phát xạ của hiđrô, ta thấy vạch lam nằm bên phải vạch chàm. Vậy các vạch đỏ và vạch tím nằm thế nào?

**Hướng dẫn giải**

Trong quang phổ vạch phát xạ của hiđrô, ta thấy vạch lam nằm bên phải vạch chàm thì vạch đỏ nằm bên phải vạch lam và vạch tím nằm bên trái vạch chàm.

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**26.7.** Chọn câu trả lời đúng

Quang phổ mặt trời được máy quang phổ ghi được là:

A. Quang phổ liên tục. B. Quang phổ vạch phát xạ.
C. Quang phổ vạch hấp thụ. D. Một loại quang phổ khác.

**26.8.** Chọn câu đúng

Sự đảo (hay đảo sắc) vạch quang phổ là:

A. sự đảo ngược, từ vị trí ngược chiều khe máy thành cùng chiều.
B. sự chuyển từ một vạch sáng trên nền tối thành vạch tối trên nền sáng, do bị hấp thụ.
C. sự đảo ngược trật tự các vạch trên quang phổ.
D. sự thay đổi màu sách các vạch quang phổ.

**26.9.** Chọn câu trả lời đúng

Ưu điểm của phép phân tích quang phổ:

A. Thực hiện đơn giản, cho kết quả nhanh hơn phép phân tích hóa học.
B. Phân tích được cả định tính lẫn định lượng và có độ nhạy rất cao.
C. Có thể phân tích được từ xa.
D. Cả A, B, C đều đúng.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**26.7.** ***C***

Quang phổ do mặt trời phát ra là quang phổ liên tục. Nhưng ánh sáng mặ trời khi truyền tới mặt đất phải qua lớp khí quyển và bị khí quyển hấp thụ một số vạch đơn sắc trong phổ mặt trời. Vì thế máy quang phổ đặt tại mặ đất thu được phổ hấp thụ.

**26.8.** ***B***

Sự đảo (hay đảo sắc) vạch quang phổ là sự chuyển từ một vạch sáng trê nền tối thành vạch tối trên nền sáng, do bị hấp thụ.

**26.9.** ***D***

Ưu điểm của phép phân tích quang phổ:

- Thực hiện đơn giản, cho kết quả nhanh hơn phép phân tích hóa học.
- Phân tích được cả định tính lẫn định lượng và có độ nhạy rất cao.
- Có thể phân tích được từ xa.

⇒ Cả A, B, C đều đúng.

# Bài 27 – TIA HỒNG NGOẠI VÀ TIA TỬ NGOẠI

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Tia hồng ngoại*

- *Định nghĩa*

  Tia hồng ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được và nằm ngoài vùng màu đỏ của quang phổ, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ : $\lambda \geq 0{,}76\mu m$.
- *Bản chất*

  Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.
- *Nguồn phát sinh*

  Do các vật có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của môi trường phát ra.
  - Ở nhiệt độ thấp: chỉ phát tia hồng ngoại ; Ở $500^0C$ bắt đầu phát ánh sáng đỏ tối.
  - 50% năng lượng ánh sáng mặt trời thuộc tia hồng ngoại
  - Nguồn phát hồng ngoại thường dùng là bóng đèn dây tóc bằng Vôfram nóng sáng, công suất từ 250W – 1000W.
- *Tính chất và tác dụng*
  - Tác dụng nổi bật nhất là tác dụng nhiệt.
  - Tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại.
  - Bị hơi nước hấp thụ mạnh.
- *Ứng dụng*
  - Chủ yếu để sấy hay sưởi trong công nghiệp, nông nghiệp, y tế... làm các bộ phận điều khiển từ xa.
  - Chụp ảnh bằng kính ảnh hồng ngoại.

### *2. Tia tử ngoại*

- *Định nghĩa*

  Là các bức xạ không nhìn thấy được, nằm ngoài vùng màu tím của quang phổ, có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng tím: $\lambda \leq 0{,}4\mu m$.
- *Bản chất*

  Tia tử ngoại có bản chất là sóng điện từ.
- *Nguồn phát sinh*

  Do các vật bị nung nóng ở nhiệt độ từ $2000^0C$. Nhiệt độ càng cao phổ tử ngoại mở rộng về miền sóng ngắn.

  Nguồn phát tia tử ngoại như mặt trời, hồ quang điện, đèn hơi thủy ngân....

- *Tính chất và tác dụng*

  Tác dụng mạnh lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, làm ion hóa không khí, gây một số phản ứng quang hóa, quang hợp, có tác dụng sinh học...
- *Ứng dụng*
  - Trong công nghiệp: dùng để phát hiện các vết nứt nhỏ, các vết trầy xước trên bề mặt sản phẩm.
  - Trong y học : dùng để trị bệnh còi xương, diệt khuẩn, tiệt trùng thực phẩm...

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Tính chất nào sau đây không phải của tia hồng ngoại:***

***A. khả năng ion hóa chất khí rất mạnh.***

***B. khả năng đâm xuyên mạnh.***

***C. bị lệch hướng trong điện trường.***

***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

Tính chất sau đây không phải của tia hồng ngoại:

- khả năng ion hóa chất khí rất mạnh.
- khả năng đâm xuyên mạnh.
- bị lệch hướng trong điện trường.

⇒ Cả A, B, C đều đúng.

***Đáp án: D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Tia tử ngoại:***

***A. Là các bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng tím: $\lambda \leq 0,4\ \mu m$.***

***B. Có bản chất là sóng cơ học.***

***C. Do tất cả các vật bị nung nóng phát ra.***

***D. Ứng dụng để trị bệnh ung thư nông.***

**Giải**

Tia tử ngoại là các bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng tím: $\lambda \leq 0,4\ \mu m$.

***Đáp án: A***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**27.1.** Căn cứ vào đâu mà ta khẳng định tia hồng ngoại và tia tử ngoại có cùng bản chất với ánh sáng thông thường.

**Trả lời**

Tia hồng ngoại và tia tử ngoại được thu cùng với các tia sáng thông thường và được phát hiện bằng cùng một dụng cụ ⇒ có thể khẳng định tia hồng ngoại và tia tử ngoại có cùng bản chất với ánh sáng thông thường.

**27.2.** Dựa vào thí nghiệm ở hình 27.1 SGK có thể kết luận gì về bước sóng của tia hồng ngoại và tia tử ngoại.

**Trả lời**

Dựa vào thí nghiệm ở hình 27.1 SGK có thể kết luận:

- bước sóng của tia hồng ngoại lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.
- bước sóng của tia tử ngoại nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng tím.

**27.3.** Một cái phích tốt, chứa đầy nước sôi, có phải là một nguồn hồng ngoại không? Một cái ấm trà chứa đầy nước sôi thì sao?

**Trả lời**

- Một cái phích tốt, chứa đầy nước sôi, do phích cách nhiệt tốt nên ngoài vỏ bình nhiệt độ sẽ không cao hơn nhiệt độ của môi trường xung quanh ⇒ không phát tia hồng ngoại, nên không phải là một nguồn hồng ngoại.
- Một cái ấm trà chứa đầy nước sôi sẽ có truyền nhiệt ra vỏ ấm ⇒ nhiệt độ của vỏ cao hơn nhiệt độ môi trường xung quanh ⇒ phát tia hồng ngoại, nên là một nguồn hồng ngoại.

**27.4.** Dây tóc bóng đèn thường có nhiệt độ chừng $2200^0$C. Tại sao ngồi trong buồng chiếu sáng bằng đèn dây tóc, ta hoàn toàn không bị nguy hiểm vì tác dụng của tia tử ngoại.

**Trả lời**

Tia tử ngoại bắt đầu được phát ra khi nhiệt độ của nguồn khoảng $2000^0$C . Do đó, dây tóc bóng đèn có nhiệt độ chừng $2200^0$C, tức là bắt đầu phát ra tia tử ngoại có bước sóng dài, gần bằng bước sóng của ánh sáng tím, nên khả năng hủy diệt tế bào yếu.

Mặt khác, công suất bức xạ tia tử ngoại của bóng đèn dây tóc rất thấp và khi phát ra thì bị vỏ bóng đèn bằng thủy tinh và môi trường không khí hấp thụ.

Vì vậy, ngồi trong buồng chiếu sáng bằng đèn dây tóc, ta hoàn toàn không bị nguy hiểm vì tác dụng của tia tử ngoại.

**27.5.** Ánh sáng đèn hơi thủy ngân để chiếu sáng các đường phố có tác dụng diệt khuẩn không? tại sao?

**Trả lời**

Ánh sáng đèn hơi thủy ngân để chiếu sáng các đường phố phát ra không phải theo nguyên tắc phát sáng khi vật bị nung nóng, mà theo hiện tượng quang phát quang. Khi đặt vào hai đầu đèn một hiệu điện thế, sẽ xảy ra sự phóng điện trong đèn, kích thích hơi thủy ngân phát ra tia tử ngoại. Tia tử ngoại này kích thích lớp bột phát quang phủ trên thành trong của đèn phát ánh sáng trắng. Ngoài ra, lớp vỏ ngoài của đèn là thủy tinh, có khả năng hấp thụ tia tử ngoại phát ra ngoài. Vì vậy khi đèn hoạt động, ánh sáng phát ra ngoài đèn là ánh sáng trắng, không phải ra tia tử ngoại. Vì vậy, không có tác dụng diệt khuẩn.

▼

**27.6.** Chọn câu đúng

Tia hồng ngoại có

A. bước sóng lớn hơn so với ánh sáng khả kiến.

B. bước sóng nhỏ hơn so với ánh sáng khả kiến.

C. bước sóng nhỏ hơn so với tia tử ngoại.

D. tần số lớn hơn so với tia tử ngoại.

**Hướng dẫn giải**

Tia hồng ngoại có bước sóng lớn hơn so với ánh sáng khả kiến.

***Đáp án: A***

**27.7.** Chọn câu đúng

Tia tử ngoại

A. không có tác dụng nhiệt.

B. cũng có tác dụng nhiệt.

C. không làm đen kính ảnh.

D. làm đen phim ảnh, nhưng không làm đen mạnh bằng ánh sáng khả kiến.

**Hướng dẫn giải**

Tia tử ngoại khi chiếu vào một vật cũng làn cho các nguyên tử, phân tử của vật chất cấu tạo nên vật đó dao động , tức là tăng nhiệt độ của vật ⇒ cũng có tác dụng nhiệt, nhưng so với tia hồng ngoại thì tác dụng này yếu hơn.

***Đáp án: B***

**27.8.** Giả sử ta làm thí nghiệm Y-âng với hai khe cách nhau một khoảng a = 2 mm và màn quan sát cách hai khe D = 1,2 m. Dịch chuyển một mối hàn của một cặp nhiệt điện trên màn D theo một đường vuông góc với hai khe, thì thấy cứ sau 0,5 mm thì kim điện kế lại lệch nhiều nhất. Tính bước sóng của bức xạ.

**Hướng dẫn giải**

Dịch chuyển một mối hàn của một cặp nhiệt điện trên màn D theo một đường vuông góc với hai khe vị trí kim điện kế bị lệch nhiều nhất là vị trí cường độ bức xạ đạt cực đại giao thoa. Vì vậy khoảng cách giữa hai cực đại giao thoa liên tiếp là: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0,5$ mm

Bước sóng của bức xạ bằng: $\lambda = \frac{ai}{D} = 833$ nm

***Đáp số: λ = 833 nm***

**27.9.** Trong một thí nghiệm Y-âng hai khe $F_1$, $F_2$ cách nhau khoảng a = 0,8 mm. Khe F được chiếu sáng bằng bức xạ tử ngoại bước sóng λ = 360 nm. Một tấm giấy ảnh đặt song song với hai khe, cách chúng 1,2 m. Hỏi sau khi tráng trên giấy hiện lên hình gì? Tính khoảng cách giữa hai vạch đen trên giấy.

**Hướng dẫn giải**

Sau khi tráng trên giấy ta thấy trên giấy ảnh có các vạch đen song song và cách đều nhau.

Khoảng cách giữa hai vạch đen trên giấy chính bằng khoảng vân giao thoa i trên màn. Do đó: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0,54$ mm

***Đáp số: i = 0,54 mm***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**27.10.** Chọn câu sai

Tính chất và tác dụng của tia hồng ngoại là:

A. Gây ra hiệu ứng quang điện ở một số chất bán dẫn.

B. Gây ra các phản ứng quang hoá, quang hợp.

C. Tác dụng lên một loại kính ảnh đặc biệt gọi là kính ảnh hồng ngoại.

D. Tác dụng nổi bật là tác dụng nhiệt.

**27.11.** Chọn phát biểu đúng

Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là:

A. tác dụng quang điện.

B. tác dụng quang học.

C. tác dụng nhiệt.

D. tác dụng hóa học (làm đen phim ảnh).

**27.12.** Chọn câu trả lời đúng

Tia tử ngoại:

A. Là các bức xạ không nhìn thấy được có tần số nhỏ hơn tần số của tia hồng ngoại.

B. Có cùng bản chất với ánh sáng thấy được.

C. Tất cả các vật khi bị nung nóng đều phát ra tia tử ngoại.

D. 50% năng lượng ánh sáng mặt trời thuộc tia tử ngoại.

**27.13.** Chọn câu phát biểu đúng

Ứng dụng của tia tử ngoại:

A. có thể dùng để sấy khô hoặc sưởi ấm.

B. có thể dùng để trị bệnh còi xương.

C. có thể dùng để trị bệnh ung thư nông.

D. có thể dùng để kiểm tra các vết nứt bên trong các sản phẩm đúc.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**27.10.** ***B***

Tính chất và tác dụng của tia hồng ngoại là:

- Gây ra hiệu ứng quang điện ở một số chất bán dẫn.
- Không gây ra các phản ứng quang hoá, quang hợp.
- Tác dụng lên một loại kính ảnh đặc biệt gọi là kính ảnh hồng ngoại.
- Tác dụng nổi bật là tác dụng nhiệt.

⇒ câu sai B

**27.11.** ***C***

Tác dụng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

**27.12.** ***B***

Tia tử ngoại có cùng bản chất với ánh sáng thấy được: đều là sóng điện từ.

**27.13.** ***B***

Ứng dụng của tia tử ngoại: có thể dùng để trị bệnh còi xương.

# Bài 28 – TIA X

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Cách tạo tia X***

Để tạo tia X người ta dùng ống phát tia X gọi là ống Cu-lít-giơ

- *Cấu tạo của ống Cu-lít-giơ*

  Là một ống thủy tinh hút chân không, có gắn ba điện cực:

  + Dây vonfram nung nóng dùng làm nguồn phát êlectrôn.

  + Catốt K bằng kim loại hình chỏm cầu để làm cho các êlêctrôn phóng ra.

  + Anốt đồng thời bằng kim loại, có nguyên tử lượng lớn và khó nóng chảy như: Platin, Vôfram ... để chắn dòng tia catốt. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt khoảng vài vạn vôn. Áp suất trong ống khoảng $10^{-3}$ mmHg.

- *Cơ chế hoạt động :*

  + Khi nối anốt và catốt vào hiệu điện thế $U_{AK}$ khoảng vài vạn vôn, Các $e^-$ bật khỏi catốt tạo thành dòng tia catốt.

+ các $e^-$ trong tia catốt được tăng tốc trong điện trường mạnh nên thu được động năng rất lớn . Khi đến anốt, chúng gặp các nguyên tử của anốt, xuyên sâu vào những lớp bên trong của vỏ nguyên tử và tương tác với hạt nhân nguyên tử và các $e^-$ ở các lớp này. Trong sự tương tác này phát ra sóng điện từ có bước sóng rất ngắn gọi là bước xạ hãm. Đó chính là tia rơnghen.

### 2. *Bản chất và tính chất của tia X*

- *Bản chất*

  Bản chất của tia Rơnghen là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (từ $10^{-11}$m đến $10^{-8}$m).

- *Tính chất*

  + Có khả năng đâm xuyên mạnh. Xuyên qua các vật thông thường dễ dàng, qua kim loại khó hơn. Kim loại có khối lượng riêng càng lớn thì khả năng cản tia Rơnghen càng tốt (bị lá chì dày cỡ vài mm cản lại).

  + Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.

  + Làm phát quang một số chất.

  + Có khả năng ion hóa chất khí.

  + Có tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn...

- *Công dụng*

  + Trong y học : dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông...

  + Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.

  + Dùng trong màn huỳnh quang , máy đo liều lượng tia Rơnghen...

### 3. *Công thức ống phát tia X*

$$eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2 = h\,f_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$$

Với: $U_{AK}$ = hiệu điện thế giữa hai đầu anốt và catốt của ống rơnghen.

$f_{max}$ = tần số lớn nhất của tia rơnghen mà ống có thể phát ra.

$\lambda_{min}$ = bước sóng nhỏ nhất của tia rơnghen mà ống có thể phát ra.

$E_đ = \frac{1}{2}mv^2$ = động năng của $e^-$ khi tới được anốt.

- Khi các $e^-$ đập vào anốt (AK) sẽ làm nóng AK. Nhiệt lượng cung cấp làm tăng nhiệt độ của AK lên $\Delta t^0C$ là:

$$Q = m\, c\, \Delta t^0$$

m = khối lượng của anốt

c = nhiệt dung riêng của chất làm anốt.

- Nếu toàn bộ năng lượng $e^-$ đập vào đều làm nóng anốt thì:

$$Q = n_e\, E_d\, \tau.$$

$n_e$ = số $e^-$ đập vào anốt trong 1s.

$\tau$ = thời gian $e^-$ đập vào anốt.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Phát biểu nào sau đây là đúng?***

***Tia Rơnghen hay tia X là sóng điện từ có bước sóng***

***A. lớn hơn tia hồng ngoại.***

***B. nhỏ hơn tia tử ngoại.***

***C. nhỏ quá, không do được.***

***D. không đo được, vì nó không gây ra hiện tượng giao thoa.***

**Giải**

Tia Rơnghen hay tia X là sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại.

***Đáp án: B***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Đặc tính nào sau đây không phải của tia rơnghen:***

***A. có khả năng ion hóa chất khí rất mạnh.***

***B. có khả năng đâm xuyên mạnh.***

***C. do các vật bị nung nóng ở nhiệt độ rất cao phát ra.***

***D. có tác dụng hủy diệt tế bào.***

**Giải**

Tia rơnghen do ống phát tia rơnghen phát ra, không phải do các vật bị nung nóng ở nhiệt độ rất cao phát ra.

***Đáp án: C***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Cho $h = 6,625.10^{-34}$J.s; $c = 3.10^8$m/s, $e = 1,6.10^{-19}$C. Một ống rơnghen phát ra bức xạ có bước sóng ngắn nhất là $6.10^{-11}$ m. Hiệu điện thế cực đại giữa hai cực của ống là:***

***A. 2,1 kV B. 21 kV C. 3, 3 kV D. 33 kV***

**Giải**

Năng lượng của êlectrôn được gia tốc: E = eU

Năng lượng tia rơnghen: $E_R = \frac{hc}{\lambda}$

Năng lượng cực đại của tia rơnghen bằng với năng lượng của êlectrôn

$$\frac{hc}{\lambda_{min}} = eU \Rightarrow U = \frac{hc}{e\lambda_{min}} = \frac{6,625.10^{-34}3.10^{8}}{1,6.10^{-19}.6.10^{-11}} = 2,1.10^{4}\,V = 21\text{ kV}$$

***Đáp án: B***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**28.1.** Tia X là gì?

**Trả lời**

Tia X là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (từ $10^{-11}$m đến $10^{-8}$m).

- *Tính chất*
  - + Có khả năng đâm xuyên mạnh. Xuyên qua các vật thông thường dễ dàng, qua kim loại khó hơn. Kim loại có khối lượng riêng càng lớn thì khả năng cản tia Rơnghen càng tốt (bị lá chì dày cỡ vài mm cản lại).
  - + Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.
  - + Làm phát quang một số chất.
  - + Có khả năng ion hóa chất khí.
  - + Có tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn...
- *Công dụng*
  - + Trong y học : dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông...
  - + Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.
  - + Dùng trong màn huỳnh quang , máy đo liều lượng tia Rơnghen...

**28.2.** Trình bày cấu tạo và hoạt động của ống Cu-lít-giơ.

**Trả lời**

- *Cấu tạo của ống Cu-lít-giơ*

  Là một ống thủy tinh hút chân không, có gắn ba điện cực:

  + Dây vonfram nung nóng dùng làm nguồn phát êlectrôn.

  + Catốt K bằng kim loại hình chỏm cầu để làm cho các êlêctrôn phóng ra.

  + Anốt đồng thời bằng kim loại, có nguyên tử lượng lớn và khó nóng chảy như: Platin, Vôfram ... để chắn dòng tia catốt. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt khoảng vài vạn vôn. Áp suất trong ống khoảng $10^{-3}$ mmHg.
- *Cơ chế hoạt động :*

  + Khi nối anốt và catốt vào hiệu điện thế $U_{AK}$ khoảng vài vạn vôn, Các $e^-$ bật khỏi catốt tạo thành dòng tia catốt.

+ các $e^-$ trong tia catốt được tăng tốc trong điện trường mạnh nên thu được động năng rất lớn. Khi đến anốt, chúng gặp các nguyên tử của anốt, xuyên sâu vào những lớp bên trong của vỏ nguyên tử và tương tác với hạt nhân nguyên tử và các $e^-$ ở các lớp này. Trong sự tương tác này phát ra sóng điện từ có bước sóng rất ngắn gọi là bức xạ hãm. Đó chính là tia X.

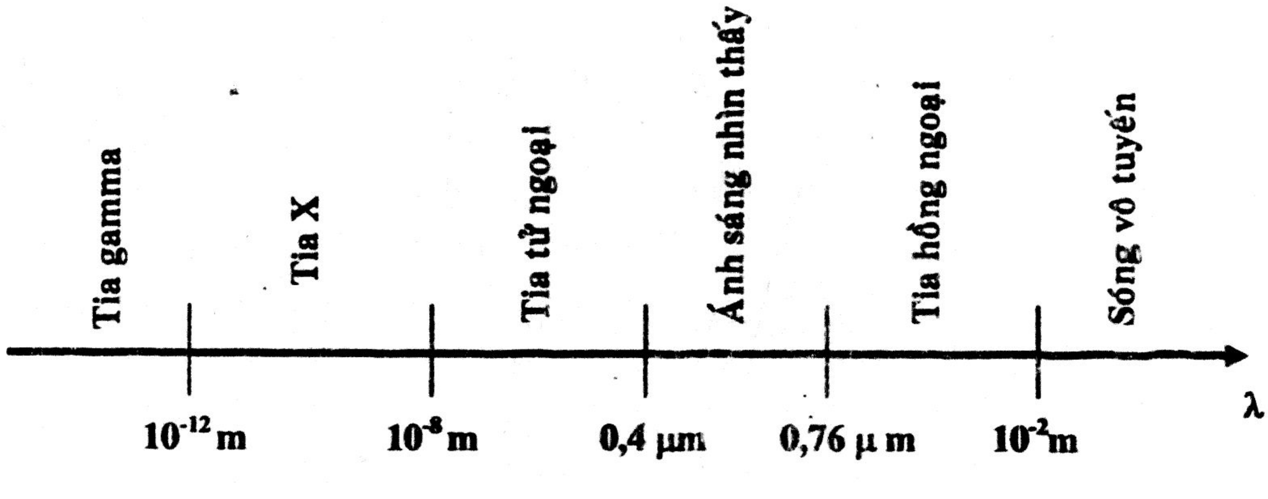
**28.3.** Nêu các tính chất và tác dụng của tia X.

**Trả lời**

- *Tính chất*
  - + Có khả năng đâm xuyên mạnh. Xuyên qua các vật thông thường dễ dàng, qua kim loại khó hơn. Kim loại có khối lượng riêng càng lớn thì khả năng cản tia Rơnghen càng tốt (bị lá chì dày cỡ vài mm cản lại).
  - + Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.
  - + Làm phát quang một số chất.
  - + Có khả năng ion hóa chất khí.
  - + Có tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn...
- *Tác dụng*
  - + Trong y học : dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông...
  - + Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.
  - + Dùng trong màn huỳnh quang, máy đo liều lượng tia Rơnghen...

**28.4.** Nêu tên các sóng hoặc tia trong thang sóng điện từ theo thứ tự từ bước sóng ngắn đến bước sóng dài.

**Trả lời**



▼

**28.5.** Chọn câu đúng

Tia X có bước sóng

A. lớn hơn tia hồng ngoại. B. lớn hơn tia tử ngoại.

C. nhỏ hơn tia tử ngoại. D. không thể đo được.

**Hướng dẫn giải**

Tia X có bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại.

***Đáp án: C***

**28.6.** Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của một ống Cu-lít-giơ là 10 kV. Tính tốc độ và động năng cực đại của êlectrôn khi đập vào anốt. Cho biết khối lượng và điện tích của êlectrôn $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg; $e = -1,6.10^{-19}$ C.

**Hướng dẫn giải**

Công của lực điện trường $A = eU$

Gọi $v_o$ là vận tốc của êlectrôn ở catốt, v là vận tốc của êlectrôn ở đối catốt.

Theo định lí động năng. Ta có: $W_{dA} - W_{dK} = \frac{m_e v^2}{2} - \frac{m_e v_o^2}{2} = |e|U$

Động năng của êlectrôn khi đập vào anốt là cực đại khi $W_{dK} = 0$.Ta có:

$$W_{dAmax} = \frac{m_e v_{max}^2}{2} = |e|U = 1,6.10^{-19}.10.10^3 = 1,6.10^{-15}\ J$$

Vận tốc cực đại của êlectrôn khi đập vào anốt là:

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2W_{dAmax}}{m_e}} = 5,9.10^7\ m/s$$

***Đáp số: $W_{dAmax} = 1,6.10^{-15}$ J; $v_{max} = 5,9.10^7$ m/s***

**28.7.** Một ống Cu-lít-giơ có công suất trung bình 400 W, hiệu điện thế giữa anốt và catốt có giá trị hiệu dụng 10 kV. Hãy tính:

a) Cường độ dòng điện trung bình và số êlectrôn trung bình qua ống trong mỗi giây.

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên đối catốt trong mỗi phút.

**Hướng dẫn giải**

$$P = 400\ W;\ U = 10\ kV$$

a) Cường độ dòng điện trung bình qua ống trong mỗi giây là:

$$I = \frac{P}{U} = 0,04\ A$$

Số êlectrôn trung bình qua ống trong mỗi giây là:

$$n_e = \frac{I}{e} = \frac{0,04}{1,6.10^{-19}} = 2,5.10^{17}\ hạt/s$$

b) Nhiệt lượng tỏa ra trên đối catốt trong mỗi phút là:

$$Q = Pt = 400\ .\ 60 = 24\ kJ$$

***Đáp số: a) $I = 0,04$ A; $n_e = 2,5.10^{17}$ hạt/s; $Q = 24$ kJ***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**28.8.** Chọn câu trả lời đúng

Trong ống phát tia rơnghen, để phát ra tia rơnghen có khả năng đâm xuyên càng lớn thì ta phải:

A. tăng hiệu điện thế giữa anốt và catốt để phát tia rơnghen có bước sóng càng dài.

B. giảm hiệu điện thế giữa anốt và catốt để phát tia rơnghen có bước sóng càng dài.

C. tăng hiệu điện thế giữa anốt và catốt để phát tia rơnghen có bước sóng càng ngắn.

D. giảm hiệu điện thế giữa anốt và catốt để phát tia rơnghen có bước sóng càng ngắn.

**28.9.** Chọn câu trả lời đúng

Theo thứ tự tăng dần của năng lượng ta có thể sắp xếp như sau:

A. tia hồng ngoại, ánh sáng thấy được, tia Rơnghen, tia tử ngoại.

B. tia hồng ngoại, ánh sáng thấy được, tia tử ngoại, tia Rơnghen.

C. tia hồng ngoại, tia Rơnghen, ánh sáng thấy được, tia tử ngoại.

D. ánh sáng thấy được, tia tử ngoại, tia hồng ngoại, tia Rơnghen.

**28.10.** Chọn câu phát biểu đúng

Ứng dụng của tia Rơnghen:

A. có thể dùng để sấy khô hoặc sưởi ấm.

B. có thể dùng để trị bệnh còi xương.

C. có thể dùng để trị bệnh ung thư nông.

D. có thể dùng để kiểm tra các vết nứt trên bề mặt các sản phẩm đúc.

**28.11.** Chọn câu trả lời đúng

Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống phát tia Rơnghen là U. Tần số lớn nhất $f_{max}$ của tia Rơnghen mà ống có thể phát ra được tính bởi công thức:

A. $f_{max} = \frac{U}{e}$ B. $f_{max} = \frac{eU}{h}$ C. $f_{max} = \frac{hU}{e}$ D. $f_{max} = eU$

**28.12.** Chọn câu trả lời đúng

Hiệu điện thế giữa anôt và catôt của ống rơnghen là 20 kV. Bước sóng nhỏ nhất của tia rơnghen mà ống đó có thể phát ra bằng:

A. $6{,}21.10^{-11}$ m B. $6{,}21.10^{-10}$m

C. $6{,}21.10^{-9}$m D. $6{,}21.10^{-8}$m

**28.13.** Chứng minh rằng nếu bỏ qua động năng ban đầu của êlectrôn trong ống Rơnghen thì bước sóng của chùm tia X phát ra thỏa mãn điều kiện: $\lambda \geq \frac{hc}{eU}$ với U là hiệu thế giữa anốt và catốt. Tính bước sóng cực tiểu $\lambda_{min}$ của tia X với U = 1500 V.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**28.8.** *C*

Trong ống phát tia rơnghen, để phát ra tia rơnghen có khả năng đâm xuyên càng lớn thì ta phải: tăng hiệu điện thế giữa anốt và catốt để phát tia rơnghen có bước sóng càng ngắn.

**28.9.** *B*

Theo thứ tự tăng dần của năng lượng ta có thể sắp xếp như sau: tia hồng ngoại, ánh sáng thấy được, tia tử ngoại, tia Rơnghen.

**28.10.** *C*

Ứng dụng của tia Rơnghen có thể dùng để trị bệnh ung thư nông.

**28.11.** *B*

Năng lượng của êlectrôn đến đập vào anốt: E = eU

Năng lượng của phôtôn tia x là:

$$\varepsilon = hf \leq E \Rightarrow f_{max} = \frac{E}{h} = \frac{eU}{h}$$

⇒ Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống phát tia Rơnghen là U. Tần số lớn nhất $f_{max}$ của tia Rơnghen mà ống có thể phát ra được tính bởi công thức: $f_{max} = \frac{eU}{h}$

**28.12.** *A*

Năng lượng của êlectrôn đến đập vào anốt: E = eU

Năng lượng của phôtôn tia x là:

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} \leq E \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{E} = \frac{hc}{eU}$$

Bước sóng nhỏ nhất của tia rơnghen mà ống có thể phát ra là:

$$\Rightarrow \lambda_{min} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{1,6.10^{-19}.2.104} = 6,21.10^{-11}m$$

**28.13.** Công của lực điện trường A = eU

Gọi $v_o$ là vận tốc của êlectrôn ở catốt, v là vận tốc của êlectrôn ở đối catốt. Theo định lí động năng. Ta có:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_o^2}{2} = eU$$

Thông thường $v_o << v$ và ta có thể bỏ qua $v_o$ so với v. Ta có:

$$\frac{mv^2}{2} = eU$$

Khi kích thích cho đối catốt phát ra tia X, êlectrôn nhường toàn bộ động năng của nó cho nguyên tử kim loại, và động năng ấy lại được chuyển thành năng lượng hf của phôtôn tia X.

Nếu nguyên tử vonfram ở ngay trên mặt đối catốt thì:

$$hf = \frac{mv^2}{2} = eU$$

Nếu nguyên tử vonfram ở sâu trong đối catốt thì, êlectron khi gặp được nó, đã mất một phần động năng do va chạm với các nguyên tử và ion trong vonfram, và hf < eU:

$$hf = \frac{mv^2}{2} = eU$$

Do đó: $hf \le eU$ và $\lambda = \frac{hc}{f} \ge \frac{hc}{eU}$

$\lambda$ là bước sóng tia X do anốt phát ra.

Bước sóng cực tiểu $\lambda_{min}$ của tia X với U = 1500 V:

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU} = 8,28.10^{-10} \text{ m}$$

***Đáp số:*** $\lambda = \frac{hc}{f} \ge \frac{hc}{eU}$; $\lambda_{min} = 8,28.10^{-10}$ m

# CHƯƠNG VI – LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

## Bài 30 – HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Định nghĩa hiện tượng quang điện***

Là hiện tượng khi chiếu ánh sáng thích hợp vào mặt kim loại thì các êlectrôn ở mặt kim loại bị bật ra khỏi bề mặt kim loại.

***2. Định luật về giới hạn quang điện***

Đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng $\lambda$ ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điện $\lambda_0$ của kim loại đó, mới gây được hiện tượng quang điện.

***3. Giả thuyết Plank***

Lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định, không thể chia nhỏ được và bằng hf; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay phát ra; còn h là một hằng số.

***4. Lượng tử năng lượng***

Lượng tử năng lượng được kí hiệu: $\varepsilon = hf$

$h = 6,625.10^{-34}$ J.s = hằng số Plank.

***5. Thuyết lượng tử ánh sáng***

- Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là phôtôn.

- Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f, các phôtôn đều giống nhau, mỗi phôtôn mang năng lượng bằng hf.
- Phôtôn bay với vận tốc $c = 3.10^8$ m/s dọc theo các tia sáng.
- Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ ánh sáng thì chúng hấp thụ hay phát ra một phôtôn.

### *6. Giải thích về giới hạn quang điện*

- Êlectrôn trong nguyên tử kim loại bị hạt nhân giữ lại bởi lực hút tĩnh điện, giữa chúng có năng lượng liên kết, để bứt êlectrôn ra khỏi nguyên tử ta phải cung cấp cho nó năng lượng bằng hoặc lớn hơn năng lượng liên kết đó. Năng lượng cung cấp bằng với năng lượng liên kết được gọi là công thoát A của êlectrôn. Mỗi kim loại có một công thoát riêng.
- Theo Anhxtanh, trong hiện tượng quang điện một êlectrôn trong kim loại hấp thụ trọn vẹn một phôtôn, mà mỗi phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$.
- Như vậy muốn có hiện tượng quang điện thì năng lượng của phôtôn kích thích ε phải lớn hơn công thoát A của êlectrôn.

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} \geq A \Rightarrow \frac{hc}{A} \geq \lambda$$

- Đặt $\frac{hc}{A} = \lambda_0$; $\lambda_0$ được gọi là giới hạn quang điện của kim loại làm catốt.

  *Vậy để có hiện tượng quang điện thì ta phải có: $\lambda \leq \lambda_0$.*

### *7. Lưỡng tính Sóng – Hạt của ánh sáng*

- Ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Tính chất sóng thể hiện rõ rệt qua bước sóng λ và tính chất hạt thể hiện rõ rệt qua năng lượng phôtôn ε.
- Bước sóng λ càng lớn, tính chất sóng càng rõ và ngược lại năng lượng phôtôn ε càng lớn, tính chất hạt càng nổi trội.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Công thoát êlectrôn của kim loại là:***

***A. Năng lượng tối thiểu để bứt êlectrôn ra khỏi bề mặt kim loại.***

***B. Năng lượng tối thiểu để ion hóa nguyên tử kim loại.***

***C. Năng lượng của phôtôn cung cấp cho nguyên tử kim loại.***

***D. Năng lượng cần thiết để bứt êlectrôn trên quĩ đạo K khỏi nguyên tử kim loại.***

**Giải**

Công thoát êlectrôn của kim loại là năng lượng tối thiểu để bứt êlectrôn ra khỏi bề mặt kim loại.

***Đáp án: A***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Giới hạn quang điện của natri là 0,5 μm. Công thoát của kẽm lớn hơn của natri là 1,4 lần. Giới hạn quang điện của kẽm:***

***A. 0,7 μm*** ***B. 0,36 μm***

***C. 0,9 μm*** ***D. Một kết quả khác.***

**Giải**

Ta có: $A_{Zn} = \frac{hc}{\lambda_{Zn}}$; $A_{Na} = \frac{hc}{\lambda_{Na}}$

Mà: $A_{Zn} = 1{,}4A_{Na} \Rightarrow \lambda_{Zn} = \frac{\lambda_{Na}}{1{,}4} = 0{,}36\ \mu m$

***Đáp án: B***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Dùng ánh sáng đơn sắc đỏ chiếu vào catốt của tế bào quang điện, hiện tượng quang điện xảy ra. Khi chiếu vào catốt ánh sáng đơn sắc màu vàng thì:***

***A. Hiện tượng quang điện không thể xảy ra.***

***B. Hiện tượng quang điện chắc chắn xảy ra.***

***C. Phụ thuộc vào kim loại làm catốt.***

***D. Không xác định được.***

**Giải**

Vì $\lambda_V < \lambda_đ$ nên hiện tượng quang điện xảy ra với ánh sáng đỏ thì chắc chắn xảy ra với ánh sáng vàng.

***Đáp án:B***

**Bài 4:** ***Khi chiếu lần lượt bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}25\ \mu m$ và $\lambda_2 = 0{,}30\ \mu m$ vào một tấm kim loại ta thấy vận tốc ban đầu cực đại tương ứng với hai bước sóng trên của các quang êlectrôn là $v_1 = 7{,}31.10^5$ m/s và $v_2 = 4{,}93.10^5$ m/s.***

***a) Xác định khối lượng của êlectrôn và giới hạn quang điện của kim loại.***

***b) Chiếu vào kim loại nói trên bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda$ thì thấy điện thế cực đại đạt được khi nó cô lập là 3V. Tính bước sóng $\lambda$ của bức xạ điện từ.***

**Giải**

a) Công thức Anhxtanh cho:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_o} + \frac{1}{2}mv_1^2 \qquad (1)$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_o} + \frac{1}{2}mv_2^2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$m = \frac{2hc(\lambda_2 - \lambda_1)}{\lambda_1\lambda_2(v_1^2 - v_2^2)} = 9{,}097.10^{-31}\text{kg}$$

Theo (1) ta có: $\lambda_o = \dfrac{2\lambda_1 hc}{2hc - m\lambda_1 v_1^2} = 0{,}36.10^{-6}$m

b) Ta có:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_o} + eV_{max} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_o hc}{hc + eV_{max}\lambda_o} = 0{,}197.10^{-6}\ \mu m$$

***Đáp số: a) $m = 9{,}097.10^{-31}$ kg ; $\lambda_o = 0{,}36.10^{-6}$ m***

***b) $\lambda = 0{,}197.10^{-6}\ \mu m$***

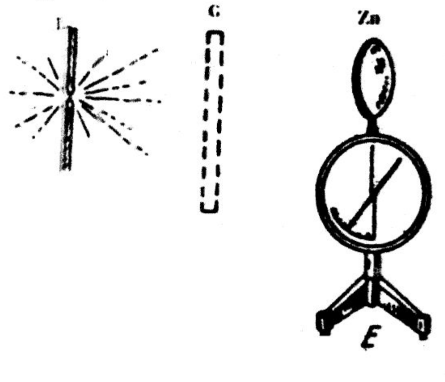
## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**30.1.** Trình bày thí nghiệm Héc về hiện tượng quang điện.

**Trả lời**

Héc cho ánh sáng phát ra từ hồ quang điện L chiếu vào lá kẽm (hoặc đồng, nhôm) tích điện âm Zn gắn trên một điện nghiệm như hình 30.1, thì thấy hai lá của điện nghiệm cụp lại. Vậy lá kẽm bị mất điện âm.



**Hình 30.1**

- Chắn chùm tia tử ngoại bằng tấm thủy tinh không màu thì hiện tượng trên không xảy ra. (vì các tia tử ngoại bị hấp thụ mạnh bởi thủy tinh).
- Nếu tấm kẽm tích điện dương thì hiện tượng trên không xảy ra.

**30.2.** Hiện tượng quang điện là gì?

**Trả lời**

Là hiện tượng khi chiếu ánh sáng thích hợp vào mặt kim loại thì các êlectrôn ở mặt kim loại bị bật ra khỏi bề mặt kim loại.

**30.3.** Phát biểu định luật về giới hạn quang điện.

**Trả lời**

Đối với mỗi kim loại ánh sáng kích thích phải có bước sóng $\lambda$ ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điện $\lambda_0$ của kim loại đó, mới gây được hiện tượng quang điện.

**30.4.** Phát biểu nội dung của giả thuyết Plăng.

**Trả lời**

Lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định, không thể chia nhỏ được và bằng hf; trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay phát ra; còn h là một hằng số.

**30.5.** Lượng tử năng lượng là gì?

**Trả lời**

Lượng tử năng lượng là lượng năng lượng mà mỗi nguyên tử hay phân tử nhận vào hay tỏa ra trong mỗi lần hấp thụ hay phát xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định, không thể chia nhỏ được và bằng $\varepsilon = hf$.

**30.6.** Phát biểu nội dung của thuyết lượng tử ánh sáng.

**Trả lời**

- Ánh sáng được tạo thành bởi các hạt gọi là phôtôn.
- Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f, các phôtôn đều giống nhau, mỗi phôtôn mang năng lượng bằng hf.
- Phôtôn bay với vận tốc $c = 3.10^8$ m/s dọc theo các tia sáng.
- Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ ánh sáng thì chúng hấp thụ hay phát ra một phôtôn.

**30.7.** Phôtôn là gì?

**Trả lời**

Phôtôn là lượng tử năng lượng của một chùm ánh sáng.

**30.8.** Giải thích định luật về giới hạn quang điện bằng thuyết phôtôn.

**Trả lời**

- Êlectrôn trong nguyên tử kim loại bị hạt nhân giữ lại bởi lực hút tĩnh điện, giữa chúng có năng lượng liên kết, để bứt êlectrôn ra khỏi nguyên tử ta phải cung cấp cho nó năng lượng bằng hoặc lớn hơn năng lượng liên kết đó. Năng lượng cung cấp bằng với năng lượng liên kết được gọi là công thoát A của êlectrôn. Mỗi kim loại có một công thoát riêng.

- Theo Anhxtanh, trong hiện tượng quang điện một êlectrôn trong kim loại hấp thụ trọn vẹn một phôtôn, mà mỗi phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$.
- Như vậy muốn có hiện tượng quang điện thì năng lượng của phôtôn kích thích ε phải lớn hơn công thoát A của êlectrôn.

$$\varepsilon = hf = h\frac{c}{\lambda} \ge A \Rightarrow \frac{hc}{A} \ge \lambda$$

- Đặt $\frac{hc}{A} = \lambda_0$; $\lambda_0$ được gọi là giới hạn quang điện của kim loại làm catốt. *Vậy để có hiện tượng quang điện thì ta phải có:* $\lambda \le \lambda_0$.

**.9.** Chọn câu trả lời đúng

Hiện tượng nào dưới đây là hiện tượng quang điện?

A. Êlectron bứt ra khỏi kim loại bị nung nóng.

B. Êlectron bật ra khỏi kim loại khi có ion đập vào.

C. Êlectron bật ra khỏi một nguyên tử khi va chạm với một nguyên tử khác.

D. Êlectron bị bật ra khỏi kim loại khi bị chiếu sáng.

**Hướng dẫn giải**

Hiện tượng quang điện là hiện tượng êlectron bị bật ra khỏi kim loại khi bị chiếu sáng.

***Đáp án: D***

*Dựa vào bảng 30.1SGK để trả lời câu 30.10 và 30.11.*

**.10.** Chiếu một ánh sáng đơn sắc vào một tấm đồng. Cho giới hạn quang điện của đồng là 0,3 μm. Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra nếu ánh sáng có bước sóng

A. 0,1 μm B. 0,2 μm C. 0,3 μm D. 0,4 μm

**Hướng dẫn giải**

Hiện tượng quang điện sẽ không xảy ra nếu ánh sáng có bước sóng:

$$\lambda > \lambda_0 = 0{,}3\ \mu m \Rightarrow \lambda = 0{,}4\ \mu m$$

***Đáp án: D***

**.11.** Ánh sáng có bước sóng 0,75 μm có thể gây ra hiện tượng quang điện ở chất nào dưới đây?

A. Canxi B. Natri C. Kali D. Xêdi

**Hướng dẫn giải**

Hiện tượng quang điện sẽ xảy ra nếu ánh sáng có bước sóng:

$$\lambda = 0,75\ \mu m \le \lambda_0$$

⇒ Ánh sáng có bước sóng 0,75 μm có thể gây ra hiện tượng quang điệ chất canxi.

***Đáp án***

**30.12.** Tính lượng tử năng lượng của ánh sáng đỏ (0,75 μm) và ánh sá vàng(0,55μm).

**Hướng dẫn giải**

- Lượng tử năng lượng của ánh sáng đỏ (0,75 μm):

$$\varepsilon_đ = \frac{hc}{\lambda_đ} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,75.10^{-6}} = 2,65.10^{-19}\ J$$

- Lượng tử năng lượng của ánh sáng vàng(0,55μm).

$$\varepsilon_V = \frac{hc}{\lambda_V} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,55.10^{-6}} = 3,61.10^{-19}\ J$$

***Đáp số: $\varepsilon_đ = 2,65.10^{-19}$ J; $\varepsilon_V = 3,61.10^{-}$***

**30.13.** Giới hạn quang điện của kẽm là 0,35 μm. Tính công thoát của êlect khỏi kẽm theo đơn vị jun và eV. Cho 1eV = $1,6.10^{-19}$ C.

**Hướng dẫn giải**

Công thoát của êlectrôn khỏi kẽm là:

$$A_{Zn} = \frac{hc}{\lambda_{Zn}} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,35.10^{-6}} = 5,68.10^{-19}\ J = 3,55\ eV$$

***Đáp án: $A_{Zn} = 5,68.10^{-19}$ J = 3,55***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**30.14.** Chọn câu trả lời đúng

Khi ánh sáng truyền đi trong môi trường thì năng lượng của phôtôn ánh sáng

A. Không thay đổi, không phụ thuộc vào khoảng cách giữa nguồn và điểm đ

B. Thay đổi tùy thuộc vào ánh sáng truyền trong môi trường nào.

C. Thay đổi tùy thuộc vào khoảng cách từ nguồn đến điểm đến xa hay gần.

D. Chỉ không bị thay đổi khi ánh sáng truyền trong chân không.

**30.15.** Chọn câu trả lời đúng

Quang electrôn bị bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi có ánh sáng chiếu tới là d

A. Cường độ của chùm sáng phù hợp.

B. Bước sóng của ánh sáng lớn.

C. Vận tốc ánh sáng lớn.

D. Bước sóng ánh sáng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

**30.16.** Chọn câu trả lời đúng

Để giải thích hiện tượng quang điện ta dựa vào:

A. Thuyết sóng ánh sáng. B. Thuyết lượng tử ánh sáng.

C. Giả thuyết của Macxoen. D. Cả A, B, C đều không đúng.

**.17.** Chọn câu trả lời đúng

Một bức xạ điện từ có tần số $f = 4.10^{18}$ Hz. Năng lượng của phôtôn ứng với bức xạ đó là:

A. $2,65.10^{-15}$ J

B. 16,5625 keV

C. 16,5625 MeV

D. 165,625 eV

**.18.** Một điện cực phẳng bằng nhôm được chiếu bằng ánh sáng tử ngoại có bước sóng $\lambda = 83$ nm.

a) Hỏi êlectrôn quang điện có thể rời xa bề mặt điện cực một khoảng d tối đa bằng bao nhiêu? Nếu bên ngoài điện cực có một điện trường $E = 7,5\ V/cm$. Biết giới hạn quang điện của nhôm $\lambda_0 = 332$ nm.

b) Trong trường hợp không có điện trường hãm và điện cực được nối đất qua điện trở $R = 10^6\ \Omega$ thì dòng điện cực đại qua điện trở là bao nhiêu?

## GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**.14.** ***A***

Khi ánh sáng truyền đi trong môi trường thì năng lượng của phôtôn ánh sáng không thay đổi, không phụ thuộc vào khoảng cách giữa nguồn và điểm đến.

**.15.** ***D***

Quang electrôn bị bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi có ánh sáng chiếu tới là do bước sóng ánh sáng nhỏ hơn giới hạn quang điện.

**.16.** ***B***

Để giải thích hiện tương quang điện ta dựa vào thuyết lượng tử ánh sáng.

**.17.** ***A***

Năng lượng của phôtôn ứng với bức xạ đó là:

$$\varepsilon = hf = 6.625.10^{-34}.4.10^{18} = 2,65.10^{-15}\ J = 16,5625\ eV$$

**.18.**

a) Lực tĩnh điện đóng vai trò lực cản làm cho êlectrôn chuyển động chậm và dừng lại. Theo định lí động năng ta có:

$$K_2 - K_1 = A \Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = -eEd \quad (1)$$

Theo công thức Einstein ta có:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}m_e v_{0\max}^2 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$\frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_0} = -eEd \quad \Rightarrow d = \frac{hc}{eE}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

$$\Rightarrow d = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,6.10^{-19}.750}\left(\frac{1}{83.10^{-9}} - \frac{1}{332.10^{-9}}\right) = 0,015m$$

b) Điện thế cực đại của điện cực là $V_{max}$:

$$eV_{max} = \frac{1}{2} m_e v_{o\,max}^2 \Rightarrow V_{max} = \frac{m_e v_{o\,max}^2}{2e}$$

Khi điện cực nối đất thông qua điện trở R thì cường độ dòng điện cực đ qua R được cho bởi:

$$V_{max} - V_đ = I_{max} R$$

$$\Rightarrow I_{max} = \frac{V_{max}}{R} = \frac{E.d}{R} = \frac{750.0,015}{10^6} = 11,25.10^{-6} (A)$$

***Đáp số: a) d = 0,015 m; b) $I_{max}$ = 11,25.$10^{-6}$***

# Bài 31 – HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Tính quang dẫn***

Tính quang dẫn là tính chất của một số chất bán dẫn là chất cách điện khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện khi bị chiếu sáng.

***2. Hiện tượng quang điện trong***

Hiện tượng ánh sáng giải phóng các êlectrôn liên kết để cho chúng trở thành các êlectrôn dẫn đồng thời giải phóng các lỗ trống tự do gọi là hiện tượng quang dẫn.

***3. Quang điện trở***

Là một điện trở làm bằng chất quang dẫn. Cấu tạo gồm một sợi dây bằng chất quang dẫn gắn trên một đế cách điện.

Điện trở của quang điện trở có thể thay đổi từ MΩ khi chưa chiếu sáng xuống vài chục Ω khi được chiếu sáng.

***4. Pin quang điện***

***a) Định nghĩa:*** là một nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Pin hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện bên trong xảy ra trong chất bán dẫn.

***b) Hiệu suất của pin:*** khoảng 10%.

## 3. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Khi hiện tượng quang dẫn xảy ra, trong chất bán dẫn có hạt tham gia vào quá trình dẫn điện là:***

***A. Êlectron và hạt nhân.***

***B. Êlectron và các ion dương.***

***C. Êlectron và lỗ trống mang điện âm.***

***D. Êlectron và lỗ trống mang điện dương.***

**Giải**

Khi hiện tượng quang dẫn xảy ra, trong chất bán dẫn có hạt tham gia vào quá trình dẫn điện là êlectron và lỗ trống mang điện dương.

***Đáp án: D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Sự giống nhau giữa hiện tượng quang điện bên trong và hiện tượng quang điện bên ngoài:***

***A. Đều có bước sóng giới hạn xác định.***

***B. Đều bứt được các êlectrôn ra khỏi nguyên tử.***

***C. các hạt dẫn điện đều là điện tử và lỗ trống.***

***D. A, B, C đều đúng.***

**Giải**

Sự giống nhau giữa hiện tượng quang điện bên trong và hiện tượng quang điện bên ngoài đều có bước sóng giới hạn xác định.

***Đáp án: A***

**Bài 3:** ***Chọn câu đúng***

***Pin quang điện là nguồn điện trong đó:***

***A. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.***

***B. năng lượng mặt trời được biến đổi trực tiếp thành điện.***

***C. một tế bào quang điện được dùng làm máy phát điện.***

***D. một quang điện trở, khi được chiếu sáng thì trở thành một máy phát điện.***

**Giải**

Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.

***Đáp án: A***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

?

**31.1.** Chất quang dẫn là gì?

**Trả lời**

Chất quang dẫn là một số chất bán dẫn, là chất cách điện khi không b chiếu sáng và trở thành dẫn điện khi bị chiếu sáng.

**31.2.** Hiện tượng quang điện trong là gì? Giải thích tính quang dẫn của một chất

**Trả lời**

Hiện tượng ánh sáng giải phóng các êlectrôn liên kết để cho chúng tr thành các êlectrôn dẫn đồng thời giải phóng các lỗ trống tự do gọi là hiệ tượng quang dẫn.

Giải thích tính quang dẫn của một chất:

- Khi không bị chiếu sáng, các êlectrôn trong các chất nói trên đều trạng thái liên kết với nút mạng tinh thể, không có êlectrơn tự do = Chất cách điện.
- Khi bị chiếu sáng, mỗi phôtôn ánh sáng kích thích sẽ truyền toàn b năng lượng của nó cho một êlectrôn liên kết. Nếu năng lượng m êlectrôn nhận được đủ lớn thì êlectrôn có thể được giải phóng khỏi liê kết trở thành êlectrôn dẫn và tham gia vào quá trình dẫn điện. Đồn thời các electrôn này sẽ để lại một lỗ trống và cũng tham gia vào qu trình dẫn điện ⇒ Chất dẫn điện.

**31.3.** Trình bày cấu tạo và hoạt động của một pin quang điện.

**Trả lời**

*SGK trang 164.*

▼

**31.4.** Hãy ghép nửa câu ở phần trên với nửa câu tương ứng ở phần dưới để thàn một câu có nội dung đúng.

A. Pin hóa học...
B. Pin nhiệt điện...
C. Pin quang điện...
a) ... hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh mộ lớp chặn.
b) ... hoạt động dựa vào sự hình thành các hiệu điện thế điện hóa ở ha điện cực.
c) ... hoạt động dựa vào sự hình thành hiệu điện thế khi các êlectrôn tự d khuếch tán từ đầu nóng sang đầu lạnh của một dây kim loại.

**Hướng dẫn giải**

- Pin hóa học hoạt động dựa vào sự hình thành các hiệu điện thế điện hóa ở hai điện cực.
- Pin nhiệt điện hoạt động dựa vào sự hình thành hiệu điện thế khi các êlectrôn tự do khuếch tán từ đầu nóng sang đầu lạnh của một dây kim loại.
- Pin quang điện hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chặn.

A → b; B → c; C → a.

31.5. Điện trở của một dây quang điện trở có đặc điểm nào dưới đây?

A. Có giá trị rất lớn.
B. Có giá trị rất nhỏ.
C. Có giá trị không đổi.
D. Có giá trị thay đổi được.

**Hướng dẫn giải**

Điện trở của một dây quang điện trở có đặc điểm là có giá trị thay đổi được.

***Đáp án: D***

31.6. Suất điện động của một pin quang điện có đặc điểm nào dưới đây?

A. Có giá trị rất lớn.
B. Có giá trị rất nhỏ.
C. Có giá trị không đổi, không phụ thuộc điều kiện bên ngoài.
D. Chỉ xuất hiện khi pin được chiếu sáng.

**Hướng dẫn giải**

Suất điện động của một pin quang điện có đặc điểm là chỉ xuất hiện khi pin được chiếu sáng.

***Đáp án: D***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

31.7. Chọn câu trả lời sai

Trong hiện tượng quang dẫn và hiện tượng quang điện:

A. Đều có bước sóng giới hạn xác định .
B. Đều bứt được các êlectrôn bứt ra khỏi khối chất.
C. Bước sóng giới hạn của hiện tượng quang điện bên trong có thể thuộc vùng hồng ngoại.
D. Năng lượng cần thiết để giải phóng êlectrôn trong khối bán dẫn nhỏ hơn công thoát của êlectrôn khỏi kim loại.

31.8. Chọn câu đúng

Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện trong là:

A. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một khối kim loại.
B. hiện tượng quang điện xảy ra bên trong một chất bán dẫn.
C. nguyên nhân sinh ra hiện tượng quang dẫn.
D. sự giải phóng các êlectrôn liên kết để chúng trở thành êlectrôn dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.

**31.9.** Điện trở của một dây quang điện trở có đặc điểm nào dưới đây?

A. Có giá trị rất lớn. B. Có giá trị rất nhỏ.

C. Có giá trị không đổi. D. Có giá trị thay đổi được.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**31.7.** ***B***

Hiện tượng quang điện bên ngoài bứt êlectrôn ra khỏi khối chất, còn hiệ tượng quang điện bên trong chuyển êlectrôn liên kết thành êlectrôn dẫ ngay trong khối chất.

⇒ Câu sai B

**31.8.** ***D***

Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện trong là sự giải phóng các êlectrô liên kết để chúng trở thành êlectrôn dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.

**31.9.** ***D***

Quang trở (LDR):

- là điện trở có giá trị giảm mạnh khi bị chiếu sáng.
- nguyên tắc hoạt động dựa vào hiện tượng quang dẫn.
- có độ dẫn điện của lớp bán dẫn tăng theo cường độ chùm sáng.

⇒ A, B, C đều đúng.

# Bài 32 – HIỆN TƯỢNG QUANG – PHÁT QUANG

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Hiện tượng quang – phát quang*

***a) Định nghĩa***

Sự phát quang là hiện tượng phát ánh sáng lạnh của một số vật khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.

Đặc điểm nổi bật của sự phát quang là bước sóng $\lambda$ của ánh sáng phát quang dài hơn bước sóng $\lambda_{kt}$ của ánh sáng kích thích.

Thí dụ khi chiếu ánh sáng tử ngoại vào một số dung dịch thì ánh sáng phát quang phát ra có màu lục.

***b) Huỳnh quang và lân quang***

*Hai loại phát quang*: có hai loại phát quang là huỳnh quang và lân quang.

- *Huỳnh quang*: là hiện tượng phát quang tắt ngay khi ngưng chiếu ánh sáng kích thích. Nó thường xảy ra với chất lỏng và chất khí.
- *Lân quang*: là hiện tượng mà ánh sáng phát quang còn kéo dài 0,1s đến hàng giờ khi tắt nguồn sáng kích thích. Nó thường xảy ra với các vật rắn.

### 2. Định luật Stốc (Stoke) về sự huỳnh quang

#### a) Định luật

Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích ($\lambda_{hq} > \lambda_{kt}$).

#### b) Giải thích

- Khi nguyên tử hấp thụ một phôtôn của ánh sáng kích thích có năng lượng $\varepsilon_{kt} = hf_{kt}$ thì sẽ chuyển sang trạng thái kích thích có năng lượng cao hơn trạng thái ban đầu một lượng $hf_{kt}$. Trước khi trở về lại trạng thái ban đầu nguyên tử va chạm với các nguyên tử khác làm nó mất đi một phần năng lượng nhận được. Vì thế khi trở về trạng thái ban đầu, nó bức xạ phôtôn mới có năng lượng hf nhỏ hơn.

$$hf_{hq} < hf_{kt} \Rightarrow h\frac{c}{\lambda_{hq}} < h\frac{c}{\lambda_{kt}} \Rightarrow \lambda_{kt} < \lambda_{hq}$$

- Như vậy hiện tượng phát quang là hiện tượng vật chất hấp thụ một phôtôn và phát xạ một phôtôn khác.
- Trong vật rắn quá trình này phức tạp hơn, khiến phân tử trở về trạng thái ban đầu sau một khoảng thời gian nào đó kể từ khi phân tử bị kích thích.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Muốn một chất phát quang ra ánh sáng khả kiến có bước sóng $\lambda$ lúc được chiếu sáng thì:***

***A. Phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng $\lambda$.***

***B. Phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn $\lambda$.***

***C. Phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng lớn hơn $\lambda$.***

***D. Phải kích thích bằng tia hồng ngoại.***

**Giải**

Muốn một chất phát quang ra ánh sáng khả kiến có bước sóng λ lúc được chiếu sáng thì phải kích thích bằng ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn λ .

***Đáp án: B***

**Bài 2:** ***Phát biểu nào sau đây sai khi nói về hiện tượng huỳnh quang:***

**A.** ***Hiện tượng huỳnh quang là hiện tượng phát quang của các chất khí khi bị chiếu ánh sáng kích thích.***

**B.** ***Khi tắt ánh sáng kích thích thì hiện tượng huỳnh quang còn kéo dài khoảng thời gian trước khi tắt.***

**C.** ***Phôtôn phát ra từ hiện tượng huỳnh quang bao giờ cũng nhỏ hơn năng lượng phôtôn của ánh sáng kích thích.***

**D.** ***Huỳnh quang còn được gọi là sự phát sáng lạnh.***

**Giải**

Khi tắt ánh sáng kích thích thì ánh sáng huỳnh quang hầu như tắt ngay

⇒ Câu sai B.

***Đáp án:B***

**Bài 3:** ***Phát biểu nào sau đây sai khi nói về hiện tượng lân quang***

**A.** ***Sự phát sáng của các tinh thể khi bị chiếu sáng thích hợp được gọi là hiện tượng lân quang.***

**B.** ***Nguyên nhân chính của sự lân quang là do các tinh thể phản xạ ánh sáng chiếu vào nó.***

**C.** ***Ánh sáng lân quang có thể tồn tại rất lâu sau khi tắt ánh sáng kích thích.***

**D.** ***Hiện tượng lân quang là hiện tượng phát quang của chất rắn.***

**Giải**

Nguyên nhân chính của sự lân quang là do các tinh thể hấp thụ và phát xạ khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào nó ⇒ câu sai B.

***Đáp án:B***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**32.1.** Hiện tượng quang phát quang là gì? Phân biệt hiện tượng huỳnh quang và hiện tượng lân quang.

**Trả lời**

Sự phát quang là hiện tượng phát ánh sáng lạnh của một số vật khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.

- *Huỳnh quang*: là hiện tượng phát quang tắt ngay khi ngưng chiếu ánh sáng kích thích. Nó thường xảy ra với chất lỏng và chất khí.
- *Lân quang*: là hiện tượng mà ánh sáng phát quang còn kéo dài 0,1s đến hàng giờ khi tắt nguồn sáng kích thích. Nó thường xảy ra với các vật rắn.

**32.2.** Ánh sáng huỳnh quang có đặc điểm gì?

**Trả lời**

Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng dài hơn bước sóng của ánh sáng kích thích ($\lambda_{hq} > \lambda_{kt}$).

**32.3.** Sự phát sáng của vật nào dưới đây là sự quang – phát quang?

A. Tia lửa điện.
B. hồ quang.
C. Bóng đèn ống.
D. Bóng đèn pin

**Hướng dẫn giải**

Sự phát sáng của bóng đèn ống là sự quang – phát quang

***Đáp án: C***

**32.4.** Nếu ánh sáng kích thích là ánh sáng màu lam thì ánh sáng huỳnh quang không thể là ánh sáng nào dưới đây?

A. Ánh sáng đỏ.
B. Ánh sáng lục.
C. Ánh sáng lam.
D. Ánh sáng chàm.

**Hướng dẫn giải**

Nếu ánh sáng kích thích là ánh sáng màu lam thì ánh sáng huỳnh quang không thể là ánh sáng có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng màu lam ⇒ không thể là ánh sáng chàm.

***Đáp án: D***

**32.5.** Một chất có khả năng phát quang ánh sáng đỏ và ánh sáng màu lục. Nếu dùng tia tử ngoại để kích thích sự phát quang của chất đó thì ánh sáng phát quang có thể là màu nào?

A. Màu đỏ
B. màu vàng
C. màu lục
D. màu lam.

**Hướng dẫn giải**

Một chất có khả năng phát quang ánh sáng đỏ và ánh sáng màu lục. Nếu dùng tia tử ngoại để kích thích, tức là dùng phôtôn có năng lượng cao hơn năng lượng phôtôn của cả hai bức xạ màu đỏ và màu lục, thì nó sẽ có khả năng phát ra cả hai bức xạ đỏ và lục ⇒ ánh sáng phát quang là màu trộn của cả hai ánh sáng trên, do đó có màu vàng.

***Đáp án: B***

**32.6.** Ở trên áo của các công nhân làm đường hay dọn vệ sinh trên đường thường có những đường kẻ to bản, nằm ngang, màu vàng hoặc lục.

a) Những đường kẻ đó dùng để làm gì?

b) Những đường kẻ đó bằng các chất liệu phát quang hay phản quang?

c) Hãy đề xuất một thí nghiệm để nhận biết những chất liệu đó là phát quang hay phản quang.

**Hướng dẫn giải**

a) Những đường kẻ đó có tác dụng phát sáng để người điều khiển các phương tiên giao thông chạy trên đường nhìn thấy các công nhân đó và tránh họ.

b) Những đường kẻ đó bằng các chất liệu phát quang.

c) Đề xuất một thí nghiệm để nhận biết những chất liệu đó là phát quang hay phản quang: dùng một đèn nhỏ phát ra ánh sáng trắng chiếu vào các đường kẻ đó, nếu ta thấy cách vạch đó có màu vàng hay lục thì đó là ánh sáng phản quang và chất liệu đó là chất liệu phản quang. Còn ta thấy các vạch có màu mà bước sóng lớn hơn bước sóng vàng hay lục thì đó là ánh sáng phát quang và chất liệu đó là chất liệu phát quang.

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**32.7.** Chọn câu sai khi nói về sự phát quang

A. Sự huỳnh quang của chất khí, chất lỏng và sự lân quang của các chất rắn gọi là sự phát quang.

B. Đèn huỳnh quang là việc áp dụng sự phát quang của các chất rắn.

C. Sự phát quang còn được gọi là sự phát sáng lạnh.

D. Khi chất khí được kích thích bởi ánh sáng có tần số f, sẽ phát ra ánh sáng có tần số f' với f' > f.

**32.8.** Chọn phát biểu đúng

Ánh sáng huỳnh quang là:

A. tồn tại một thời gian sau khi tắt ánh sáng kích thích.

B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.

C. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng kích thích.

D. do các tinh thể phát ra, khi được kích thích bằng ánh sáng thích hợp.

**32.9.** Chọn phát biểu đúng

Ánh sáng lân quang là:

A. được phát ra bởi cả chất rắn, chất lỏng lẫn chất khí.

B. hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.

C. có thể tồn tại rất lâu sau khi tắt ánh sáng kích thích.

D. có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng kích thích.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**32.7.** ***D***

Khi chất khí được kích thích bởi ánh sáng có tần số f, sẽ phát ra ánh sáng có tần số f' với f' < f ⇒ Câu sai D.

**32.8.** ***B***

Ánh sáng huỳnh quang hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích.

**2.9.** *C*

Ánh sáng lân quang có thể tồn tại rất lâu sau khi tắt ánh sáng kích thích.

# Bài 33 – MẪU NGUYÊN TỬ BO

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Mẫu nguyên tử Bo*

- Bo vẫn giữ mô hình hành tinh nguyên tử của Rơ-dơ-pho.
- Nhưng hệ thống nguyên tử bị chi phối bởi những qui luật đặc biệt có tính lượng tử.

### *2. Các tiên đề Bo về cấu tạo nguyên tử*

#### *a) Tiên đề về trạng thái dừng*

Nguyên tử chỉ tồn tại ở những trạng thái có năng lượng xác định, gọi là trạng thái dừng. Trong các trạng thái dừng nguyên tử không bức xạ.

Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, êlectrôn chuyển động quanh hạt nhân trên những quĩ đạo xác định gọi là những quĩ đạo dừng.

Ở nguyên tử hiđrô, ứng với quĩ đạo n, có bán kính tương ứng $r_n$

$$r_n = n^2 r_1$$

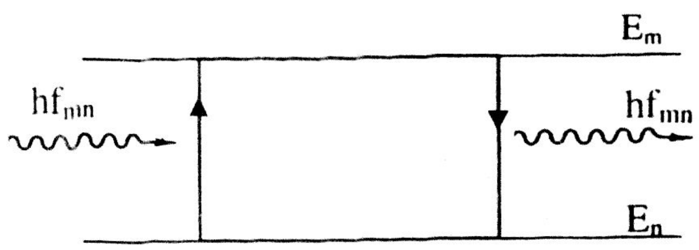
Với $r_1 = 0,53.10^{-10}$ m = bán kính Bo.

| Quĩ đạo | K(n=1) | L(n=2) | M(n=3) | N(n=4) |
|---|---|---|---|---|
| Bán kính | $r_1$ | $4r_1$ | $9r_2$ | $16r_1$ |

#### *b) Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ*

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_m$ sang trạng thái dừng có năng lượng $E_n$ ( $E_m > E_n$) thì nguyên tử phát xạ ra một phôtôn tần số f thỏa:

$$\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n$$



Ngược lại nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng $E_n$ thấp mà hấp thụ một phôtôn có năng lượng $hf_{mn}$ đúng bằng hiệu $E_m$-$E_n$ thì nó chuyển sang trạng thái dừng $E_m$.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Trạng thái dừng của nguyên tử là***

***A. trạng thái đứng yên của nguyên tử.***

***B. trạng thái chuyển động đều của nguyên tử.***

***C. trạng thái trong đó mọi êlectrôn của nguyên tử đều không chuyển động đối với hạt nhân.***

***D. một trong số các trạng thái có năng lượng xác định, mà nguyên tử có thể tồn tại.***

Giải

Trạng thái dừng của nguyên tử là một trong số các trạng thái có năng lượng xác định, mà nguyên tử có thể tồn tại.

***Đáp án:D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Cho*** $h = 6{,}625.10^{-34}$ ***J.s;*** $c = 3.10^{8}$ ***m/s. Mức năng lượng của các quĩ đạo dừng của nguyên tử hiđrô lần lượt từ trong ra ngoài là: −13,6 eV; −3,4eV; −1,5eV... Với:*** $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}\text{eV};\ n = 1,2,3...$

***Khi êlectrôn chuyển từ mức năng lượng ứng với n = 3 về n = 1 thì sẽ phát ra bức xạ có tần số:***

***A.*** $2{,}9.10^{14}$ ***Hz*** ***B.*** $2{,}9.10^{15}$***Hz***

***C.*** $2.9.10^{16}$***Hz*** ***D.*** $2{,}9.10^{17}$***Hz***

Giải

Ta có khi êlectrôn chuyển từ mức năng lượng ứng với n = 3 về n =1 th sẽ phát ra bức xạ có tần số:

$$hf = E_3 - E_1 \Rightarrow hf = (-1{,}5 + 13{,}6).1{,}6.10^{-19} \Rightarrow f \approx 2{,}9.10^{15}\text{ Hz}$$

***Đáp án:B***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Cho bán kính quĩ đạo Bohr thứ nhất*** $0{,}53.10^{-10}$***m. Bán kính quĩ đạo Bohr thứ năm là:***

***A.*** $2{,}65.10^{-10}$***m*** ***B.*** $0{,}106.10^{-10}$***m***

***C.*** $10{,}25.10^{-10}$***m*** ***D.*** $13{,}25.10^{-10}$***m***

Giải

Bán kính quĩ đạo Bohr thứ năm là:

$$r_n = r_0 n^2 \Rightarrow r_5 = 0{,}53.10^{-10}.\ 25 = 13{,}25.10^{-10}\text{ m}$$

***Đáp án: D***

## . HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**.1.** Mẫu nguyên tử Bo khác mẫu nguyên tử Rơ-dơ-pho ở điểm nào?

**Trả lời**

Theo mẫu nguyên tử Bo, hệ thống nguyên tử bị chi phối bởi những qui luật đặc biệt có tính lượng tử.

**.2.** Trình bày tiên đề Bo về các trạng thái dừng.

**Trả lời**

Nguyên tử chỉ tồn tại ở những trạng thái có năng lượng xác định, gọi là trạng thái dừng. Trong các trạng thái dừng nguyên tử không bức xạ.

Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, êlectrôn chuyển động quanh hạt nhân trên những quĩ đạo xác định gọi là những quĩ đạo dừng.

Ở nguyên tử hidrô, ứng với quĩ đạo n, có bán kính tương ứng $r_n$

$$r_n = n^2 r_1$$

Với $r_1 = 0,53.10^{-10}$ m = bán kính Bo.

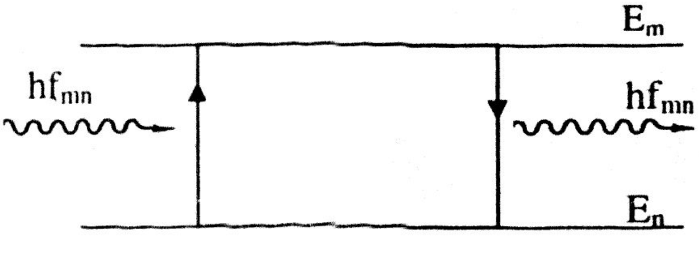
**.3.** Trình bày tiên đề Bo về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử.

**Trả lời**

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng $E_m$ sang trạng thái dừng có năng lượng $E_n$ như hình 33.1. có ( $E_m > E_n$) thì nguyên tử phát xạ ra một phôtôn tần số f thỏa:

$$\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n$$

Ngược lại nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng $E_n$ thấp mà hấp thụ một phôtôn có năng lượng $hf_{mn}$ đúng bằng hiệu $E_m$-$E_n$ thì nó chuyển sang trạng thái dừng $E_m$.



**Hình 33.1**

**.4.** Chọn câu đúng

Trạng thái dừng là

A. trạng thái êlectrôn không chuyển động quanh hạt nhân.
B. trạng thái hạt nhân không dao động.
C. trạng thái đứng yên của nguyên tử.
D. trạng thái ổn định của hệ thống nguyên tử.

**Hướng dẫn giải**

Trạng thái dừng là trạng thái ổn định của hệ thống nguyên tử.

***Đáp án: D***

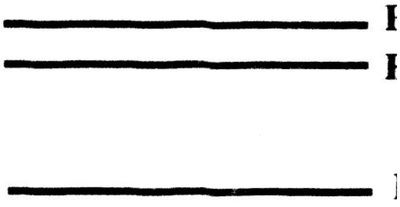
**33.5.** Xét ba mức năng lượng $E_K$, $E_L$ và $E_M$ của nguyên tử hiđrô như hình 33.2. Một phôtôn có năng lượng bằng $E_M - E_K$ bay đến gặp nguyên tử này. Nguyên tử sẽ hấp thụ phôtôn và chuyển trạng thái như thế nào?

A. Không hấp thụ.

B. Hấp thụ nhưng không chuyển trạng thái.

C. Hấp thụ rồi chuyển dần từ K lên L rồi lên M.

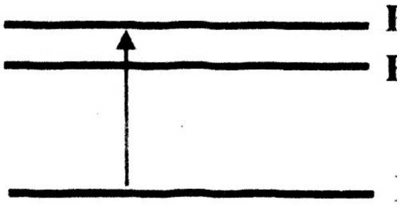
D. Hấp thụ rồi chuyển thẳng từ K lên M.



**Hình 33.2**

**Hướng dẫn giải**

Nguyên tử sẽ hấp thụ phôtôn và chuyển thẳng từ K lên M như hình 33.2a.



**Hình 33.2a**

***Đáp án: D***

**33.6.** Có một đám nguyên tử của một nguyên tố mà mỗi nguyên tử có ba mức năng lượng $E_K$, $E_L$ và $E_M$ như hình 33.2. Chiếu vào đám nguyên tử này một ánh sáng đơn sắc mà mỗi phôtôn trong chùm có năng lượn bằng $\varepsilon = E_M - E_K$. Sau đó nghiên cứu quang phổ vạch phát xạ của đá nguyên tử trên. Ta sẽ thu được bao nhiêu vạch quang phổ?

A. một vạch

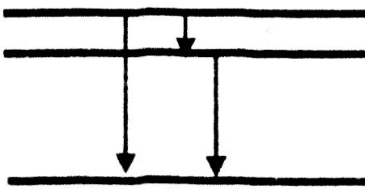
B. hai vạch

C. ba vạch

D. bốn vạch.

**Hướng dẫn giải**

Trong quang phổ vạch phát xạ của đám nguyên tử trên, ta sẽ thu được ba vạch quang phổ như hình 33.2b.



**Hình 33.2b**

***Đáp án: C***

**33.7.** Ion crôm trong hồng ngọc phát ra ánh sáng đỏ có bước sóng 0,694 μm. Tính hiệu giữa hai mức năng lượng mà khi chuyển giữa hai mức đó ion crôm phát ra ánh sáng n trên.

**Hướng dẫn giải**

Hiệu giữa hai mức năng lượng mà khi chuyển giữa hai mức đó ion crô phát ra ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,694$ μm là:

$$\Delta E_{ij} = E_i - E_j = \varepsilon_{ij} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,694.10^{-6}} = 2,864.10^{-19}\ \text{J} = 1,79\ \text{eV}$$

***Đáp số:*** $\boldsymbol{\Delta E_{ij} = 2,864.10^{-19}\ J = 1,79\ e}$

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**33.8.** Chọn câu trả lời đúng

Mức năng lượng của các quĩ đạo dừng của nguyên tử hiđrô lần lượt từ trong ra ngoài là $E_1 = -13{,}6$ eV; $E_2 = -3{,}4$eV ; $E_3 = -1{,}5$eV; $E_4 = -0{,}85$eV. Nguyên tử ở trạng thái cơ bản có khả năng hấp thụ các phôtôn có năng lượng nào dưới đây, để nhảy lên một trong các mức trên:

A. 12,2eV B. 3,4eV C. 10,2eV D. 1,9eV

**33.9.** Chọn câu trả lời đúng

Nguyên tử hiđrô ở mức năng lượng $E_5$, khi chuyển xuống mức năng lượng thấp nhất $E_1$ sẽ có khả năng phát ra số vạch phổ tối đa là:

A. 3 vạch B. 7 vạch C. 9 vạch D. 10 vạch

**33.10.** Chọn câu trả lời đúng

Electrôn ở trạng thái có năng lượng $E_n$ trong nguyên tử hiđrô chuyển động trên quĩ đạo có vận tốc v:

A. tỉ lệ với n B. tỉ lệ nghịch với n

C. tỉ lệ với $n^2$ D. tỉ lệ nghịch với $n^2$

**33.11.** Cho một chùm êlectrôn va chạm với các nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản để kích thích chúng. Tìm vận tốc cực tiểu của các êlectrôn sao cho có thể làm xuất hiện tất cả các vạch phổ của bức xạ hiđrô.

**33.12.** Các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô được xác định bởi công thức:

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}\text{, với } E_0 = 13{,}6 \text{ eV}$$

n là những số nguyên 1, 2, 3, 4 ... Những vạch quang phổ nào có thể xuất hiện khi dùng chùm êlectrôn có năng lượng 12,5 eV bắn phá các nguyên tử hiđrô? Tính bước sóng của những vạch phổ đó.

## E . GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**33.8.** ***C***

Ta có hiệu giữa các mức năng lượng là:

$$\Delta E_{21} = E_2 - E_1 = -3{,}4 + 13{,}6 = 10{,}2 \text{ eV}$$

$$\Delta E_{31} = E_3 - E_1 = -1{,}5 + 13{,}6 = 12{,}1 \text{ eV}$$

$$\Delta E_{41} = E_4 - E_1 = -0{,}85 + 13{,}6 = 12{,}75 \text{ eV}$$

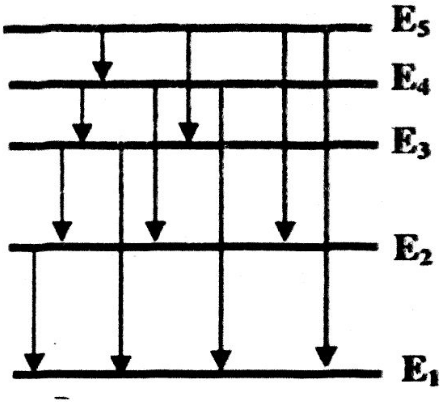
Nguyên tử ở trạng thái cơ bản có khả năng hấp thụ các phôtôn có năng lượng:

$$\varepsilon = \Delta E_{ij} = 10{,}2 \text{ eV}$$

để nhảy lên mức $E_2$.

**33.9.** ***D***

Nguyên tử hiđrô ở mức năng lượng $E_5$, khi chuyển xuống mức năng lượng thấp nhất $E_1$ sẽ



Hình 33.3

có khả năng phát ra số vạch phổ tối đa là 10 vạch như hình 33.3.

**33.10.** ***B***

$$r_n = r_0 n^2 \;;\; n = 1,2,3...\infty$$

Với $r_0 = 5{,}3.10^{-11}$m là bán kính Bohr

Bán kính quĩ đạo Bohr thứ n là: $r_n = r_o n^2$

Lực tương tác giữa êlectrôn trên quĩ đạo thứ n và hạt nhân của nguyên tử hiđrô có thể tính như là lực tĩnh điện:

$$F = k\frac{e^2}{r_n^2} \qquad (1)$$

Lực này đóng vai trò lực hướng tâm nên:

$$F = m_e\frac{v_n^2}{r_n} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra vận tốc của êlectrôn khi chuyển động trên quĩ đạo Bohr thứ n là:

$$\frac{m_e v_n^2}{r_n} = k\frac{e^2}{r_n^2} \Rightarrow v_n = \sqrt{\frac{ke^2}{m_e r_n}} = \sqrt{\frac{ke^2}{m_e r_1 n^2}} = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{ke^2}{m_e r_1}}$$

$\Rightarrow v_n$ tỉ lệ nghịch với n.

**33.11.**

Vận tốc cực tiểu của êlectrôn để khi bắn vào nguyên tử hiđrô, làm cho nguyên tử hiđrô bị kích thích và phát ra tất cả các vạch phổ là $W_đ$:

$$W_đ = E_\infty - E_1 = 13{,}6\text{ eV} = 21{,}76.10^{-19}\text{J}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m_e v_{min}^2 = 21{,}76.10^{-19}$$

$$\Rightarrow v_{min} = \sqrt{\frac{2x21{,}76.10^{-19}}{9{,}1.10^{-31}}} = 2{,}19.10^{16}\text{m/s}$$

***Đáp số:*** ***$v_{min} = 2{,}19.10^6$ m/s***

**33.12.** Giả sử êlectrôn trong nguyên tử hiđrô chuyển lên mức n khi bị bắn phá bởi chùm êlectrôn có năng lượng $W_đ$. Ta có:

$$W_đ \geq E_n - E_1 \Rightarrow W_đ + E_1 \geq E_n$$

$$\Rightarrow 12{,}5 + (-13{,}6) \geq -\frac{13{,}6}{n^2}$$

$$\Rightarrow n^2 \leq \frac{13{,}6}{1{,}1} \quad \Rightarrow n \leq 3{,}5$$

Vậy êlectrôn có thể chuyển lên mức n = 2 hoặc n =3. Do đó những vạch quang phổ có thể phát ra từ nguyên tử hiđrô là:

$\lambda_{31}$ (n = 3 → n =1); $\lambda_{21}$ (n = 2→ n = 1); $\lambda_{32}$ (n = 3→ n = 2)

Ta có: $\varepsilon_{31} = \frac{hc}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1 = -13,6.(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1}) = 12,1 \text{ eV}$

$$\Rightarrow \lambda_{31} = \frac{hc}{\varepsilon_{31}} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{12,1.1,6.10^{-19}} = 0,102.10^{-6} \text{ m} = 0,102 \ \mu\text{m}$$

Tương tự: $\varepsilon_{21} = \frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 = -13,6.(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1}) = 10,2 \text{ eV}$

$$\Rightarrow \lambda_{21} = \frac{hc}{\varepsilon_{21}} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{10,2.1,6.10^{-19}} = 0,122.10^{-6} \text{ m} = 0,122 \ \mu\text{m}$$

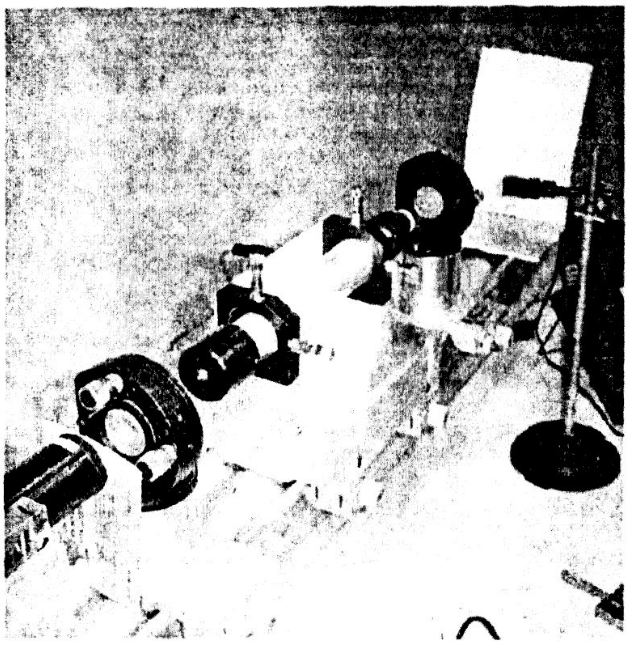
$$\varepsilon_{32} = \frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2 = -13,6.(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2}) = 1,89 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow \lambda_{32} = \frac{hc}{\varepsilon_{32}} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,89.1,6.10^{-19}} = 0,657.10^{-6} \text{ m} = 0,657 \ \mu\text{m}$$

***Đáp số:*** $\lambda_{31} = 0,102 \ \mu m$; $\lambda_{21} = 0,122 \ \mu m$; $\lambda_{32} = 0,657 \ \mu m$

# Bài 34 – SƠ LƯỢC VỀ LAZE

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG



Laze heli-neon

***1. Laze là gì?***

Laze là máy **khuếch đại** ánh sáng bằng **sự phát xạ cảm ứng.** Chùm sáng do laze phát ra có tính đơn sắc, **tính định hướng,** tính kết hợp cao và cường độ mạnh.

***2. Các nguyên tắc hoạt động của laze***

Có ba nguyên tắc cơ bản:

- sử dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.
- tạo ra sự đảo lộn mật độ.
- dùng buồng cộng hưởng.

### *3. Các loại laze*

Có ba loại laze:

- Laze khí như laze heli-neon.
- Laze rắn như laze rubi.
- Laze bán dẫn như laze Ga-Al-As.

### *4. Ứng dụng*

- *Trong y học:* làm dao mổ trong phẫu thuật tinh vi như mắt, mạch máu...
- *Trong thông tin liên lạc:* dùng trong liên lạc vô tuyến định vị, liên lạc vệ tinh, điều khiển tàu vũ trụ...
- *Trong công nghiệp:* dùng để khoan cắt, tôi... với độ chính xác cao.
- *Trong trắc địa:* dùng để đo khoảng cách, ngắm đường thẳng...

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Một laze có công suất phát sáng là 2,5 mW. Chùm sáng phát ra có bước sóng 632,5 nm. Tính số phôtôn mà laze phát ra trong mỗi phút.***

***Cho $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^{8}$ m/s.***

**Giải**

Công suất phát sáng của laze:

$$P = n.\varepsilon = n.\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{P.\lambda}{h.c}$$

Với n là số phôtôn ánh sáng do laze phát ra trong mỗi giây.

Số phôtôn ánh sáng do laze phát ra trong mỗi phút là:

$$N = n.t = \frac{P.\lambda}{h.c}.t = \frac{2,5.10^{-3}.632,5.10^{-9}}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}.60 = 4,77.10^{17} \text{ phôtôn}$$

***Đáp số:** $N = 4,77.10^{17}$ phôtôn*

**Bài 2:** ***Khi dùng bút laze để chỉ bản đồ, người thuyết minh triển lãm không cần đến tính chất nào dưới đây của tia laze?***

***A. Tính đơn sắc cao.*** ***B. Tính định hướng cao.***

***C. Tính kết hợp cao.*** ***D. A và C đều đúng.***

**Giải**

Khi dùng bút laze để chỉ bản đồ, người thuyết minh triển lãm không cần đến tính chất: tính đơn sắc cao và tính kết hợp cao.

***Đáp án: D***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**34.1.** Laze là gì?

**Trả lời**

Laze là máy khuếch đại ánh sáng bằng sự phát xạ cảm ứng.

**34.2.** Nêu các đặc điểm của chùm sáng (tia laze) do laze phát ra.

**Trả lời**

Đặc điểm của chùm sáng do laze phát ra có:

- tính đơn sắc.
- tính định hướng.
- tính kết hợp cao.
- cường độ mạnh.

**34.3.** Sự phát xạ cảm ứng là gì? Tại sao có thể khuyếch đại ánh sáng dựa vào hiện tượng phát xạ cảm ứng?

**Trả lời**

- *Sự phát xạ cảm ứng*

Nếu một nguyên tử đang ở trong trạng thái kích thích sẵng sáng phát ra một phôtôn có năng lượng $\varepsilon = hf$, bắt gặp một phôtôn có năng lượng $\varepsilon'$ bằng đúng hf, bay lướt qua nó thì lập tức nguyên tử này cũng phát ra phôtôn $\varepsilon$. Phôtôn $\varepsilon$ có cùng năng lượng và bay cùng phương với phôtôn $\varepsilon'$.

- *Có thể khuếch đại ánh sáng dựa vào hiện tượng phát xạ cảm ứng vì:*

Từ một phôtôn ban đầu bay qua có thể kích thích cho một loạt nguyên tử đang ở trạng thái kích thích phát ra phôtôn, lượng phôtôn này sẽ tăng theo cấp số nhân. Mặt khác, các phôtôn bay ra có cùng một hướng nên cường độ của chùm sáng tăng lên rất mạnh ⇒ khuếch đại ánh sáng.

**34.4.** Trình bày cấu tạo của laze rubi.

**Trả lời**

Rubi là tinh thể $Al_2O_3$ có pha tạp $Cr_3O_3$. Laze rubi gồm:

- một thanh rubi hình trụ, hai mặt được mài nhẵn vuông góc với trục của thanh.
- mặt (1) được mạ bạc trở thành một gương phẳng $G_1$ có mặt phản xạ hướng vào trong.
- mặt (2) bán mạ, tức là mạ một lớp rất mỏng để khoảng 50% cường độ chùm sáng chiếu tới bị phản xạ, còn khoảng 50% truyền qua. Mặt này là gương phẳng $G_2$.

Hai gương $G_1$, $G_2$ song song nhau.

**34.5.** Có những loại laze gì?

**Trả lời**

Có ba loại laze:

- Laze khí như laze heli-neon.
- Laze rắn như laze rubi.
- Laze bán dẫn như laze Ga-Al-As.

**34.6.** Trình bày một vài ứng dụng của laze.

**Trả lời**

- *Trong y học:* làm dao mổ trong phẫu thuật tinh vi như mắt, mạch máu...
- *Trong thông tin liên lạc:* dùng trong liên lạc vô tuyến định vị, liên lạc vệ tinh, điều khiển tàu vũ trụ...
- *Trong công nghiệp:* dùng để khoan cắt, tôi ...với độ chính xác cao.
- *Trong trắc địa:* dùng để đo khoảng cách, ngắm đường thẳng...

▼

**34.7.** Chọn câu đúng

Chùm ánh sáng do laze rubi phát ra có màu:

A. trắng B. xanh C. đỏ D. vàng.

**Hướng dẫn giải**

Chùm ánh sáng do laze rubi phát ra có màu đỏ.

***Đáp án: C***

**34.8.** Tia laze không có đặc tính nào dưới đây?

A. độ đơn sắc cao. B. độ định hướng cao.

C. cường độ lớn. D. công suất lớn.

**Hướng dẫn giải**

Tia laze không có đặc tính là công suất lớn.

***Đáp án: D***

**34.9.** Bút laze mà ta thường dùng để chỉ bảng thuộc loại laze nào?

A. Khí. B. Lỏng. C. Rắn. D. Bán dẫn.

**Hướng dẫn giải**

Bút laze mà ta thường dùng để chỉ bảng thuộc loại laze bán dẫn.

***Đáp án: D***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**34.10.** Nêu các nguyên tắc hoạt động của laze.

**34.11.** Sự đảo lộn mật độ là gì? Tại sao cần tạo ra sự đảo lộn mật độ trong laze?

**34.12.** Một laze có công suất phát sáng là 2,5 mW. Chùm sáng phát ra có bước sóng 632,5 nm. Tính số phôtôn mà laze phát ra trong mỗi phút.

Cho $h = 6,625.10^{-34}$ J.s; $c = 3.10^{8}$ m/s.

**34.13.** Chọn câu trả lời đúng

A. Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng song song, kết hợp, cường độ lớn.

B. Laze là một nguồn sáng phát ra một số bức xạ đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

C. Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

D. Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng trắng song song, kết hợp, cường độ lớn.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**34.10.**

Nguyên tắc hoạt động của laze có ba nguyên tắc cơ bản:

- sử dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng.
- tạo ra sự đảo lộn mật độ.
- dùng buồng cộng hưởng.

**34.11.**

- *Sự đảo lộn mật độ:*

  Là làm cho mật độ nguyên tử ở trạng thái kích thích nhiều hơn trạng thái cơ bản.

- *Lí do cần tạo ra sự đảo lộn mật độ trong laze:*

  Là để cho môi trường có khả năng khuếch đại ánh sáng.

**34.12.** Công suất phát sáng của laze: $P = n.\varepsilon = n.\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{P.\lambda}{h.c}$

Với n là số phôtôn ánh sáng do laze phát ra trong mỗi giây.

Số phôtôn ánh sáng do laze phát ra trong mỗi phút là:

$$N = n.t = \frac{P.\lambda}{h.c}.t = \frac{2,5.10^{-3}.632,5.10^{-9}}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}.60 \approx 4,77.10^{17} \text{ phôtôn}$$

*Đáp số: N = 4,77.10^17 phôtôn*

**34.13.** *C*

Laze là một nguồn sáng phát ra chùm sáng đơn sắc song song, kết hợp, cường độ lớn.

# CHƯƠNG VII – HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

## Bài 35 – TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Cấu tạo hạt nhân nguyên tử***

Hạt nhân có kí hiệu $^A_ZX$ có A nuclôn, mang điện tích Ze.

Trong đó gồm: Z prôtôn , $N = (A - Z)$ nơtrôn

- ➢ Prôtôn: kí hiệu $p = {}^1_1p = {}^1_1H$, mang điện tích e.
- ➢ Nơtrôn: kí hiệu $n = {}^1_0n$, không mang điện tích.

2. ***Đồng vị***

Các nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng một số Z prôtôn, nhưng có số nơtrôn N khác nhau gọi là *đồng vị*.

3. ***Bán kính của hạt nhân R***

$$R = 1{,}2.10^{-15}.A^{1/3}\ (m)$$

Như vậy thể tích của hạt nhân tỉ lệ với số khối A của nó.

4. ***Đơn vị khối lượng nguyên tử (đơn vị cacbon) u***

$1\ u = \frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị cacbon $^{12}_6C$

$1\ u = 1{,}66055.10^{-27}\ kg = 931{,}5\ MeV/c^2$

- ➢ Prôtôn: ${}^1_1p$ có khối lượng $m_p = 1{,}007276\ u \approx 1{,}00728u$
- ➢ Nơtrôn ${}^1_0n$ có khối lượng $m_n = 1{,}008665\ u \approx 1{,}00866u$

5. ***Khối lượng và năng lượng hạt nhân***

Hệ thức Anhxtanh giữa năng lượng và khối lượng:

$$E = mc^2$$

m = khối lượng của vật; $c = 3.10^8 m/s$

E = năng lượng nghỉ của vật.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Thành phần cấu tạo của hạt nhân urani $^{210}_{84}Po$ là:***

***A. Có 84 nơtrôn và 210 nuclôn và 84 êlectrôn.***

***B. Có 84 prôtôn và 210 nơtrôn.***

***C. Có 84 prôtrôn và 126 nơtrôn.***

***D. Có 84 nơtrôn và 210 nuclôn.***

Giải

Thành phần cấu tạo của hạt nhân urani $^{210}_{84}Po$ có 84 prôtrôn và 126 nơtrôn..

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Số nguyên tử nitơ chứa trong 2,8 g khí $^{14}_{7}N$ là:***

***A. $1,2.10^{22}$ nguyên tử*** ***B. $1,2.10^{23}$ nguyên tử***

***C. $1,2.10^{24}$ nguyên tử*** ***D. $2,4.10^{23}$ nguyên tử***

***Biết khối lượng nguyên tử lượng của nitơ là 13,999 (u);***

***$1u = 1,66.10^{-24}$ g.***

Giải

Cứ 1 mol khí nitơ ($N_2$) có khối lượng A = 28 g và chứa $2N_A$ nguyên tử nitơ. Vậy số nguyên tử nitơ chứa trong m = 2,8 g khí là:

$$n = \frac{m.2N_A}{A} = 1,2.10^{23} \text{ nguyên tử}$$

***Đáp án:B***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Bán kính hạt nhân $^{A}_{Z}X$ được xác định bằng công thức $r = 1,2.A^{\frac{1}{3}}.10^{-15}$ m. Trong đó A là số khối của hạt nhân. Biết rằng hạt nhân có bán kính $r = 3,6.10^{-13}$ cm và số nơtron nhiều hơn số prôtôn một đơn vị. Cấu tạo của hạt nhân $^{A}_{Z}X$ là:***

***A. $^{14}_{13}X$*** ***B. $^{13}_{14}X$*** ***C. $^{27}_{14}X$*** ***D. $^{27}_{13}X$***

Giải

Ta có: $r = 1,2.A^{\frac{1}{3}}.10^{-15}m = 3,6.10^{-15}m \Rightarrow A = 27$

Do đó: $\begin{cases} A = 27 = N + Z \\ N = Z + 1 \end{cases}$ ⇒ Hạt nhân $^{A}_{Z}X$ có 13 prôtôn và 14 nơtrôn.

$\Rightarrow Z = 13; \quad N = 14$

***Đáp án:D***

**Bài 4:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Biết khối lượng các hạt nhân $^{16}_{8}O$ là $m_O = 15,999u$. $1u = 931$ $MeV/c^2 = 1,66055.10^{-27}$ kg. Năng lượng nghỉ của hạt nhân $^{16}_{8}O$ là:***

*A. $1,49.10^4$ MeV* *B. $1,49.10^{10}$ MeV*

*C. $2,39.10^{-10}$ J* *D. Một giá trị khác.*

**Giải**

Năng lượng nghỉ của hạt nhân $^{16}_{8}O$ là:

$$E = m_O c^2 = 15,999 \, . \, 931 = 1,49.10^4 \text{ MeV}$$

Hay: $E = m_c c^2 = 15,999 \, . \, 1,66055.10^{-27} \, .(3.10^8)^2 = 2,39.10^{-9}$ J

***Đáp án: A***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**35.1.** Trong các câu sau, câu nào đúng? câu nào sai?

1. Bán kính hạt nhân tỉ lệ với số nuclôn A.
2. Các hạt nhân đồng vị có cùng số prôtôn.
3. Các hạt nhân đồng vị có cùng số nuclôn.
4. Điện tích hạt nhân tỉ lệ với số prôtôn.
5. Một hạt nhân có khối lượng 1u thì sẽ có năng lượng tương ứng 931,5 MeV.

**Trả lời**

1. Bán kính hạt nhân tỉ lệ với số nuclôn A (**Sai**). Vì: $R = 1,2.10^{-15}.A^{1/3}$ (m)
2. Các hạt nhân đồng vị có cùng số prôtôn (**Đúng**).
3. Các hạt nhân đồng vị có cùng số nuclôn (**Sai**).
4. Điện tích hạt nhân tỉ lệ với số prôtôn (**Đúng**).
5. Một hạt nhân có khối lượng 1u thì sẽ có năng lượng tương ứng 931,5 MeV (**Đúng**).

**35.2.** Các hạt nhân có cùng số khối A và khác số Z được gọi là các hạt nhân đồng khối, ví dụ: $^{36}_{13}S$ và $^{36}_{18}Ar$. So sánh:

1. khối lượng.
2. điện tích.

của hai hạt nhân đồng khối.

**Trả lời**

- *Về khối lượng:* các hạt nhân có cùng số khối A, nhưng có số prôtôn và nơtrôn khác nhau nên hơi khác nhau về khối lượng.
- *Về điện tích:* các hạt nhân khác nhau về số Z, nên có điện tích khác nhau.

**35.3.** Xác định khối lượng tính ra u của $^{12}_{6}C$.

**Hướng dẫn giải**

$1\ u = \frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị cacbon $^{12}_{6}C$. Nguyên tử $^{12}_{6}C$ có 6 êlectrôn. Vậy khối lượng tính ra u của hạt nhân $^{12}_{6}C$ là:

$$m_C = 12\ u - 6m_e = 12\ u - 6\ .\ 5{,}486.10^{-4}\ u = 11{,}9967\ u$$

***Đáp số:*** $m_C = 11{,}9967\ u$

**35.4.** Tính chất hóa học của một nguyên tử phụ thuộc:

A. nguyên tử số.
B. số khối.
C. khối lượng nguyên tử.
D. số các đồng vị.

**Hướng dẫn giải**

Tính chất hóa học của một nguyên tử phụ thuộc nguyên tử số.

***Đáp án: A***

**35.5.** Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng:

A. số prôtôn
B. số nơtrôn
C. số nuclôn
D. khối lượng nguyên tử.

**Hướng dẫn giải**

Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng số prôtôn.

***Đáp án: A***

**35.6.** Số nuclôn trong $^{27}_{13}Al$ là:

A. 13
B. 14
C. 27
D. 40

**Hướng dẫn giải**

Số nuclôn trong $^{27}_{13}Al$ là: A = 27

***Đáp án: C***

**35.7.** Số nơtrôn trong hạt nhân $^{27}_{13}Al$ là bao nhiêu?

A. 13
B. 14
C. 27
D. 40

**Hướng dẫn giải**

Số nơtrôn trong hạt nhân $^{27}_{13}Al$ là:

$$N = A - Z = 27 - 13 = 14$$

***Đáp án: B***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**35.8.** Chọn câu trả lời đúng

Kí hiệu của nguyên tử mà hạt nhân của nó chứa 15p và 16n là:

A. $^{16}_{15}P$
B. $^{15}_{16}P$
C. $^{31}_{15}P$
D. $^{15}_{31}P$

**35.9.** Chọn câu trả lời đúng

Số nguyên tử hêli chứa trong 1 g khí $^{4}_{2}He$ là:

A. $1,5.10^{22}$ nguyên tử B. $1,5.10^{23}$ nguyên tử

C. $1,5.10^{24}$ nguyên tử D. $3.10^{23}$ nguyên tử.

**35.10.** Chọn câu trả lời đúng

Số nguyên tử oxi chứa trong 4,4 g khí $CO_2$ là:

A. $6,023.10^{22}$ nguyên tử B. $6,023.10^{23}$ nguyên tử

C. $1,2046.10^{22}$ nguyên tử D. $1,2046.10^{23}$ nguyên tử

**35.11.** Bán kính hạt nhân ${}^{A}_{Z}X$ được xác định bằng công thức $r = 1,2.A^{\frac{1}{3}}.10^{-15}m$. Trong đó A là số khối của hạt nhân. Tính bán kính của hạt nhân côban ${}^{60}_{27}Co$.

**35.12.** Chọn câu trả lời đúng

Biết khối lượng hạt nhân ${}^{23}_{11}Na$ là $m_{Na} = 22,9837u$, $1u = 931Mev/c^2 = 1,66055.10^{-27}$ kg. Năng lượng nghỉ của hạt nhân ${}^{23}_{11}Na$ là:

A. $2,14.10^{4}$ MeV B. $2,14.10^{10}$ MeV

C. $3.10^{-8}$ J D. $3.10^{-10}$ J.

**35.13.** Chọn câu trả lời đúng

Năng lượng nghỉ của một vật:

A. có thể chuyển đổi thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, điện năng, nhiệt năng ...

B. có thể tăng hoặc giảm, dẫn đến khối lượng nghỉ tăng hoặc giảm theo.

C. trong phản ứng hạt nhân, năng lượng nghỉ không bảo toàn.

D. Cả A, B, C đều đúng.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**35.8.** ***C***

Kí hiệu của nguyên tử mà hạt nhân của nó chứa 15p và 16n là ${}^{31}_{15}P$.

**35.9.** ***B***

Cứ 1 mol khí He có khối lượng A = 4 g và chứa $N_A$ nguyên tử He.

Vậy số nguyên tử He chứa trong m = 1 g là:

$$n = \frac{m.N_A}{A} = 1,5.10^{23} \text{ nguyên tử}$$

***Đáp số: n = $1,5.10^{23}$ nguyên tử***

**35.10.** ***D***

Cứ 1 mol khí $CO_2$ có khối lượng A = 44 g và chứa $2N_A$ nguyên tử oxi

Vậy số nguyên tử oxi chứa trong m = 4,4 g là:

$$n = \frac{2m.N_A}{A_{CO_2}} = \frac{2.4,4.6,023.10^{23}}{44} = 1,2046.10^{23} \text{ nguyên tử}$$

**35.11.**

Bán kính của hạt nhân côban ${}^{60}_{27}Co$ là:

$$r = 1,2.60^{\frac{1}{3}}.10^{-15}\,m = 4,7.10^{-15}\,m$$

***Đáp số: r = 4,7.10⁻¹⁵ m***

**35.12.** *A*

$$E = m_{Na}c^2 = 22,9837\ .\ 931 = 2,14.10^4\ \text{MeV}$$

Hay: $E = m_c c^2 = 22,9837\ .\ 1,66055.10^{-27}.(3.10^8)^2 = 3,43.10^{-9}\ J$

**35.13.** *D*

Năng lượng nghỉ của một vật: $E = mc^2$

- có thể chuyển đổi thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, điện năng, nhiệt năng ...
- có thể tăng hoặc giảm, dẫn đến khối lượng nghỉ tăng hoặc giảm theo.
- trong phản ứng hạt nhân, năng lượng nghỉ không bảo toàn.

# Bài 36 – NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỦA HẠT NHÂN PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. ***Lực hạt nhân***

Lực tương tác giữa các nuclôn gọi là lực hạt nhân (tương tác hạt nhân hay tương tác mạnh).

Lực hạt nhân không cùng bản chất với lực hấp dẫn hay lực tĩnh điện; nó là loại lực mới truyền tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân gọi là lực tương tác mạnh.

Đặc điểm: phạm vi tác dụng mạnh

2. ***Độ hụt khối Δm của hạt nhân*** ${}^{A}_{Z}X$

$$\Delta m = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right]$$

Nếu $\Delta m > 0$ hạt nhân bền vững

$\Delta m < 0$ hạt nhân không tồn tại

Với $m_{hn}$ là khối lượng của hạt nhân ${}^{A}_{Z}X$. Khối lượng của hạt nhân bao giờ cũng nhỏ hơn tổng khối lượng của các nuclôn cấu thành hạt nhân.

3. ***Năng lượng liên kết $W_{lk}$ của hạt nhân*** ${}^{A}_{Z}X$

Khi muốn phá vỡ hạt nhân ra thành các nuclôn riêng biệt, người ta cung cấp cho nó năng lượng ΔE.

- Khi đơn vị của

$$[W_{lk}] = J;\ [m_p] = [m_p] = [m_{nh}] = kg$$

thì

$$W_{lk} = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{nh}\right].c^2$$

Hay: $W_{lk} = \Delta mc^2$

Với c là vận tốc ánh sáng trong chân không.

- Khi đơn vị của

$$[W_{lk}] = MeV;\ [m_p] = [m_p] = [m_{nh}] = u$$

thì

$$W_{lk} = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{nh}\right].931,5$$

**4. *Năng lượng liên kết riêng $\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A}$ của hạt nhân $^A_Z X$***

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết trên một nuclôn.

$$\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A} = \frac{1}{A}\left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{nh}\right].931,5$$

Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

**5. *Phản ứng hạt nhân***

Là tương tác giữa hai hạt nhân dẫn đến sự biến đổi của chúng thành các hạt nhân khác.

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \to ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$$

Trong số $X_1; X_2; X_3; X_4$ ... có thể là các hạt sơ cấp $e^-$, p , n, ...

*Có hai loại phản ứng hạt nhân:*

- ***Phản ứng hạt nhân tự phát:*** như sự phóng xạ: A → B + C
  A: hạt nhân mẹ; B: hạt nhân con và C: hạt $\alpha$ , $\beta$, ...
- ***Phản ứng hạt nhân kích thích:*** như phản ứng phân hạch, phản ứng tổng hợp hạt nhân...

**6. *Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân***

*a) Định luật bảo toàn số nuclôn (số khối A)*

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

*b) Định luật bảo toàn điện tích (hay nguyên tử số Z)*

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

*c) Định luật bảo toàn động lượng*

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4$$

- Hay:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_3\vec{v}_3 + m_4\vec{v}_4$$

Với:

$\vec{p}_i = m_i\vec{v}_i$ là động lượng của hạt nhân i

### *d) Định luật bảo toàn năng lượng*

Năng lượng toàn phần của một hạt nhân = năng lượng nghỉ + động năng.

$E_i = m_ic^2 + K_i$ : năng lượng toàn phần của hạt nhân i.

$K_i = \dfrac{m_iv_i^2}{2}$ : động năng của hạt nhân i.

Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$E_1 + E_2 = E_3 + E_4$$

Hay:

$$(m_1 + m_2)\cdot c^2 + K_1 + K_2 = (m_3 + m_4)\,c^2 + K_3 + K_4$$

*Chú ý: không có định luật bảo toàn khối lượng **của hệ**.*

### ***7. Phản ứng hạt nhân thu năng lượng và tỏa năng lượng***

Trong phản ứng hạt nhân sau:

$${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$$

Gọi $m_i$ là khối lượng của hạt nhân i

$\Delta m_i$ là độ hụt khối của hạt nhân i

Thì nếu:

- $\Delta M = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4) > 0$: phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.
- $\Delta M = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4) < 0$: phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

Hay nếu:

- $\Delta M' = (\Delta m_1 + \Delta m_2) - (\Delta m_3 + \Delta m_4) < 0$: phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.
- $\Delta M' = (\Delta m_1 + \Delta m_2) - (\Delta m_3 + \Delta m_4) > 0$: phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

### ***8. Năng lượng phản ứng Q***

$$Q = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]c^2 = [(K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)]\ (J)$$

Hay: $Q = [(\Delta m_3 + \Delta m_4) - (\Delta m_1 + \Delta m_2)]c^2$

Trong công thức trên đơn vị của m (kg), Q(J)

Nếu m (u) và Q(MeV) ta có:

$$Q = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)].931{,}5 = [(K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)]\ (MeV)$$

*Chúng ta có ba trường hợp:*

- $Q > 0 \Leftrightarrow m_1 + m_2 > m_3 + m_4$: phản ứng toả năng lượng.
- $Q < 0 \Leftrightarrow m_1 + m_2 < m_3 + m_4$: phản ứng thu năng lượng.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***A. Lực hạt nhân là lực liên kết các nuclôn trong hạt nhân lại với nhau.***

***B. Lực hạt nhân là lực mạnh nhất trong các lực đã biết.***

***C. Lực hạt nhân có bán kính tác dụng rất ngắn khoảng $10^{-15}$m.***

***D. Cả A, B, C đều đúng.***

**Giải**

- Lực hạt nhân là lực liên kết các nuclêon trong hạt nhân lại với nhau.
- Lực hạt nhân là lực mạnh nhất trong các lực đã biết.
- Lực hạt nhân có bán kính tác dụng rất ngắn khoảng $10^{-13}$m.

$\Rightarrow$ Cả A, B, C đều đúng.

***Đáp án:D***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***A. Hạt nhân càng bền khi độ hụt khối càng lớn.***

***B. Khối lượng của hạt nhân bằng tổng khối lượng của các nuclôn.***

***C. Trong hạt nhân số prôtôn luôn luôn bằng số nơtrôn.***

***D. Khối lượng của prôtôn lớn hơn khối lượng của nơtrôn.***

**Giải**

Hạt nhân càng bền khi độ hụt khối càng lớn.

***Đáp án: A***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Biết khối lượng các hạt nhân $m_{Al} = 26,974$ u, prôtôn $m_p = 1,0073$ u, nơtrôn $m_n = 1,0087$ u; 1u = 931MeV/$c^2$. Năng lượng liên kết hạt nhân nhôm $^{27}_{13}\mathrm{Al}$ là:***

***A. 2,26 MeV*** ***B. 22,60 MeV***

***C. 225,95 MeV*** ***D. 2259,54 MeV***

**Giải**

Năng lượng liên kết của hạt nhân được tính bởi công thức:

$$W_{lk} = \Delta mc^2 = [13.1,0073 + 14.1,0087 - 26,974].931$$

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{27}_{13}\mathrm{Al}$ là:

$$\Delta E_{Al} = \Delta M_{Al}.c^2 = 225,95 \text{ MeV}$$

***Đáp án: C***

**Bài 4:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Biết khối lượng các hạt nhân $m_T = 3,0016$ u; prôtôn $m_p = 1,0073$ u nơtrôn $m_n = 1,0087$ u ; 1u = 931MeV/$c^2$. Tính năng lượng liên kết riêng của hạt nhân triti $^3_1T$.***

**Giải**

Năng lượng liên kết của hạt nhân được tính bởi công thức:

$$W_{lk} = \Delta mc^2 = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right].c^2$$

Áp dụng vào trường hợp hạt nhân $^3_1T$ ta có:

$$\Delta m_T = \left[1.1,0073 + (3 - 1).1,0087 - 3,0016\right]u$$

$$\Rightarrow \Delta m_T = 0,0231u$$

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^3_1T$ là:

$$W_{lkT} = \Delta m_T.c^2 = 21,5 \text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^3_1T$ là:

$$\varepsilon_T = \frac{W_{lkT}}{A_T} = 7,169 \text{ MeV}$$

***Đáp số: $\varepsilon_T = 7,169$ MeV***

**Bài 5:** ***Cho một chùm các hạt α có động năng $K_\alpha = 4$ MeV bắn vào các hạt nhân bia $^{27}_{13}Al$ đứng yên, người ta thấy có các hạt nơtrôn sinh ra chuyển động theo phương vuông góc với phương chuyển động của hạt α. Cho biết khối lượng của hạt nhân:***

***$m_\alpha = 4,00151$ u; $m_{Al} = 26,97435$ u; $m_X = 29,97005$ u;***

***$m_n = 1,00867$ u***

***a) Viết đầy đủ phương trình phản ứng hạt nhân. Phản ứng này thu hay tỏa năng lượng. Tính năng lượng đó.***

***b) Tính động năng $K_n$ của nơtron được sinh ra sau phản ứng. Tính góc tạo bởi phương chuyển động của nơtron và hạt X đó.***

**Giải**

a) Phương trình phản ứng hạt nhân:

$$^4_2\alpha + ^{27}_{13}Al \rightarrow ^1_0n + ^A_ZX$$

Theo định luật bảo toàn điện tích và số khối ta có:

$$4 + 27 = 1 + A \Rightarrow A = 30$$

$$2 + 13 = 0 + Z \Rightarrow Z = 15$$

Năng lượng phản ứng

$$Q = [(m_\alpha + m_{Al}) - (m_n + m_x)].\ 931,5$$

$$= [(4,00151 + 26,97435) - (1,00867 + 29,97005)].\ 931,5$$

= -2,664 MeV < 0 Phản ứng thu năng.

Phản ứng trên thu lượng năng lượng là 2,664 MeV .

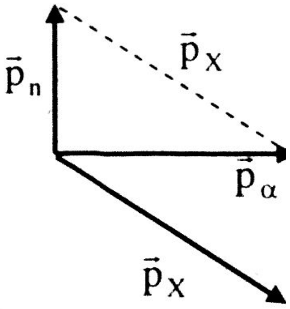
b) Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p}_\alpha = \vec{p}_n + \vec{p}_X$$

Từ hình 36.1 ta có:

$$p_X^2 = p_n^2 + p_\alpha^2$$

$$\Rightarrow 2m_X K_X = 2m_n K_n + 2m_\alpha K_\alpha \qquad (1)$$



**Hình 36.1**

Năng lượng phản ứng được cho bởi.

$$Q = K_n + K_X - K_\alpha \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$K_n = Q + K_\alpha - \frac{m_\alpha}{m_X}K_\alpha)\frac{m_X}{m_n + m_X}$$

$$K_n = \left(-2,664 + 4(1 - \frac{4,00151}{29,97005})\right).\frac{29,97005}{1,00867 + 29,97005}$$

$$\Rightarrow K_n = 0,0775 \text{ MeV}$$

***Đáp số: a) Thu năng lượng; Q = 2,664 MeV; b) $K_n$ = 0,775 Me***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

▽

**36.1.** Hãy chọn câu đúng

Năng lượng liên kết riêng

A. giống nhau với mọi hạt nhân.

B. lớn nhất với các hạt nhân nhẹ.

C. lớn nhất với các hạt nhân trung bình.

D. lớn nhất với các hạt nhân nặng.

**Hướng dẫn giải**

Năng lượng liên kết trên một nuclôn lớn nhất với các hạt nhân trung bìn có số khối A trong khoảng: 50 < A < 95.

***Đáp án:***

**36.2.** Hãy chọn câu đúng

Bản chất lực tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân là

A. lực tĩnh điện

B. lực hấp dẫn

C. lực điện từ

D. lực tương tác mạnh

**Hướng dẫn giải**

Bản chất lực tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân là lực tương tá mạnh.

***Đáp án:***

**36.3.** Phạm vi tác dụng của lực tương tác mạnh trong hạt nhân là:

A. $10^{-13}$ cm B. $10^{-8}$ cm C. $10^{-10}$ cm D. vô hạn.

**Hướng dẫn giải**

Phạm vi tác dụng của lực tương tác mạnh trong hạt nhân là $10^{-13}$ cm.

***Đáp án: A***

**36.4.** Hạt nhân nào có năng lượng liên kết riêng lớn nhất?

A. Heli B. Cácbon C. Sắt D. Urani

**Hướng dẫn giải**

Để biết hạt nhân nào bền vững hơn ta cần xác định năng lượng liên kết riêng của nó.

Năng lượng liên kết của hạt nhân được tính bởi công thức:

$$W_{lk} = \Delta mc^2 = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right].c^2$$

- Trường hợp hạt nhân ${}_2^4He$:

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_2^4He$ là:

$$W_{lkHe} = \left[2.1,0073 + (4-2).1,0087 - 4,0015\right].931,5 = 28,411\text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_2^4He$ là:

$$\varepsilon_{He} = \frac{W_{lkHe}}{A_{He}} = 7,103\text{ MeV}$$

- Trường hợp hạt nhân ${}_6^{12}C$:

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_6^{12}C$ là:

$$W_{lkC} = \left[6.1,0073 + (12-6).1,0087 - 12\right].931,5 = 89,424\text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_6^{12}C$ là:

$$\varepsilon_C = \frac{W_{lkC}}{A_C} = 7,452\text{ MeV}$$

- Trường hợp hạt nhân ${}_{26}^{56}Fe$:

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_{26}^{56}Fe$ là:

$$W_{lkFe} = \left[26.1,0073 + (56-26).1,0087 - 55,9349\right].931,5 = 480,560\text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_{26}^{56}Fe$ là:

$$\varepsilon_{Fe} = \frac{W_{lkFe}}{A_{Fe}} = 8,581\text{ MeV}$$

- Trường hợp hạt nhân ${}_{92}^{235}U$:

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_{92}^{235}U$ là:

$$W_{lkU} = \left[92.1,0073 + (235-92).1,0087 - 234,9933\right].931,5 = 1790,716\text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_{92}^{235}U$ là:

$$\varepsilon_U = \frac{W_{lkU}}{A_U} = 7,620 \text{ MeV}$$

Suy ra: $\varepsilon_{Fe} > \varepsilon_U > \varepsilon_C > \varepsilon_{He}$. Vậy hạt nhân Fe là bền vững nhất.

***Đáp án: C***

**36.5.** Năng lượng liên kết của $^{20}_{10}Ne$ là 160,64 MeV. Xác định khối lượng của nguyên tử $^{20}_{10}Ne$.

**Hướng dẫn giải**

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{20}_{10}Ne$ được tính bởi công thức:

$$W_{lkNe} = [10.1,0073 + (20-10).1,0087 - m_{Ne}].931,5 = 160,64 \text{ MeV}$$

Khối lượng của hạt nhân nguyên tử $^{20}_{10}Ne$ bằng:

$$m_{Ne} = 10.1,0073 + (20-10).1,0087 - \frac{160,64}{931,5} = 19,9875 \text{ u}$$

Khối lượng của nguyên tử $^{20}_{10}Ne$ bằng:

$$m_{\text{nguyên tử}} = m_{\text{hạt nhân}} + zm_{e^-} = m_{Ne} + 10m_{e^-}$$

$$\Rightarrow m_{\text{nguyên tử}} = 19,9875 \text{ u} + 10.\ 9,1.10^{-31}.\ \frac{1}{1,66055.10^{-27}} = 19,9930 \text{ u}$$

***Đáp số: $m_{nguyêntử}$ =19,9930 u***

**36.6.** Khối lượng của nguyên tử $^{56}_{26}Fe$ là 55,934939 u. Tính $W_{lk}$ và $\frac{W_{lk}}{A}$.

**Hướng dẫn giải**

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{56}_{26}Fe$ là:

$$W_{lkFe} = [26.1,00728 + (56-26).1,00866 - 55,934939].931,5 = 478,922 \text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{56}_{26}Fe$ là:

$$\varepsilon_{Fe} = \frac{W_{lkFe}}{A_{Fe}} = 8,55 \text{ MeV}$$

***Đáp số: $W_{lkFe}$ = 4,78,922 MeV; $\varepsilon_{Fe}$ = 8,55 MeV***

**36.7.** Hoàn chỉnh các phản ứng sau:

$$^{6}_{3}Li + ? \rightarrow {}^{7}_{4}Be + {}^{1}_{0}n$$

$$^{10}_{5}B + ? \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$$

$$^{35}_{17}Cl + ? \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{4}_{2}He$$

**Hướng dẫn giải**

Áp dụng các định luật bảo toàn điện tích và số khối, ta được các phương trình sau:

$$^{6}_{3}Li + {}^{2}_{1}D \rightarrow {}^{7}_{4}Be + {}^{1}_{0}n$$

$$^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$$

$$^{35}_{17}Cl + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{4}_{2}He$$

**36.8.** Phản ứng:

$$^{6}_{3}Li + ^{2}_{1}H \to 2(^{4}_{2}He)$$

toả năng lượng 22,4 MeV. Tính khối lượng nguyên tử của $^{6}_{3}Li$. (Khối lượng của $^{2}_{1}H$ và $^{4}_{2}He$ coi như đã biết).

**Hướng dẫn giải**

Năng lượng tỏa ra của phản ứng:

$$Q = [(m_{Li} + m_{H}) - 2m_{He}].c^{2} = 22,4 \text{ MeV}$$

Lấy khối lượng của $^{2}_{1}H$ và $^{4}_{2}He$ lần lượt bằng:

$$m_{D} = 2,0140 \text{ u} \quad ; m_{He} = 4,00260 \text{ u}$$

Khối lượng nguyên tử của $^{6}_{3}Li$ bằng:

$$m_{Li} = \frac{22,4}{931,5} + 2.4,00260 - 2,0140 = 6,0152 \text{ u}$$

***Đáp số: $m_{Li}$ = 6,0152 u***

**36.9.** Chọn câu **sai**

Trong một phản ứng hạt nhân, có bảo toàn:

A. năng lượng B. động lượng.

C. động năng D. điện tích.

**Hướng dẫn giải**

Trong một phản ứng hạt nhân, có bảo toàn: năng lượng, động lượng và điện tích, nhưng không có bảo toàn động năng ⇒ câu sai C.

***Đáp án: C***

**36.10.** Phản ứng nào sau đây thu năng lượng:

A. $^{1}_{1}H + ^{2}_{1}H \to ^{3}_{2}He$ B. $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \to ^{4}_{2}He$

C. $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \to ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$ D. $^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \to ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$

**Hướng dẫn giải**

- Trong phản ứng: $^{1}_{1}H + ^{2}_{1}H \to ^{3}_{2}He$ ta có:

$$\Delta M = (m_{H} + m_{D}) - m_{He} = [(1,007825 + 2,01400) - 3,01603]u = 5,795.10^{-3} \text{ u} > 0$$

⇒ phản ứng tỏa năng lượng.

- Trong phản ứng: $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \to ^{4}_{2}He$ ta có:

$$\Delta M = 2m_{D} - m_{He} = (2.\ 2,01400 - 4,00260) \text{ u} = 2,54.10^{-2} \text{ u} > 0$$

⇒ phản ứng tỏa năng lượng.

- Trong phản ứng: $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \to ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$ ta có:

$$\Delta M = (m_{D} + m_{T}) - (m_{He} + m_{n})$$

$$\Delta M = [(2,01400 + 3,01605) - (4,00260 + 1,00866]u = 1,879.10^{-2} \text{ u} > 0$$

⇒ phản ứng tỏa năng lượng.

- Trong phản ứng: $^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \to ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$ ta có:

$$\Delta M = [(4{,}00260 + 14{,}00307) - (16{,}9991 + 1{,}00728]u = -7{,}1.10^{-4}\ u < 0$$

$\Rightarrow$ phản ứng thu năng lượng.

***Đáp án: D***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**36.11.** Chọn câu trả lời đúng

Lực hạt nhân là:

A. lực tĩnh điện.
B. lực liên kết giữa các nuclôn.
C. lực liên kết giữa các prôtôn.
D. lực liên kết giữa các nơtrôn.

**36.12.** Chọn câu trả lời đúng

Khối lượng của hạt nhân $^{14}_{7}N$ là 13,9992 (u), khối lượng của nơtron là $m_n$ = 1,0087(u), khối lượng của prôton là $m_p$ = 1,0073(u). Độ hụt khối của hạt nhân $^{14}_{7}N$ là:

A. 0,01128 (u)
B. 0,1128 (u)
C. 1,128 (u)
D. 11,28 (u)

**36.13.** Chọn câu trả lời đúng

Biết khối lượng hạt nhân của $m_{Ra}$ = 226,0254 u; $m_{Th}$ = 232,0381 u, $m_n$ = 1,0087u ; $m_P$'= 1,0073u. Cho 1 u = 931 MeV/$c^2$.

A. Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{226}_{88}Ra$ là 169 MeV.
B. Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{232}_{90}Th$ là 172.6 MeV
C. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{226}_{88}Ra$ là 7,441 MeV
D. Hạt nhân $^{226}_{88}Ra$ bền vững hơn hạt nhân $^{232}_{90}Th$ .

**36.14.** Người ta dùng prôtôn có động năng $K_p$ =1,6 MeV bắn phá hạt nhân $^{7}_{3}Li$ đứng yên và thu được hai hạt nhân X giống nhau cùng động năng. Biết phản ứng tỏa năng lượng 1,4 MeV.

a) Viết đầy đủ phản ứng hạt nhân
b) Tính động năng của mỗi hạt nhân X.
c) Biết $m_p$ =1,0073(u); $m_{Li}$ = 6,9982(u). Tính khối lượng của hạt nhân X.

**36.15.** Hạt nhân triti (T) và đơteri (D) tham gia phản ứng nhiệt hạch sinh ra hạt nhân X và hạt nơtrôn. Viết phương trình phản ứng và tìm năng lượng tỏa ra từ phản ứng.

Cho biết độ hụt khối của hạt nhân triti là $\Delta m_T$ = 0,0087u; của hạt nhân đơteri là $\Delta m_D$ = 0,0024u, của hạt nhân X là $\Delta m_X$ = 0,0305u; 1u = 931 MeV/$c^2$.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**36.11** ***B***

Lực hạt nhân là lực liên kết giữa các nuclôn.

**36.12** ***B***

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_{hn}]$$

$$\Rightarrow \Delta m_N = [7.1{,}0073 + 7.1{,}0087 - 13{,}9992\ ] = 0{,}1128\ (u)$$

**36.13** ***D***

Năng lượng liên kết của hạt nhân được tính bởi công thức:

$$W_{lk} = \Delta mc^2 = \left[Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{hn}\right].c^2$$

Áp dụng vào trường hợp hạt nhân $^{226}_{88}Ra$ ta có:

$$\Delta m_{Ra} = \left[88.1,0073 + (226 - 88).1,0087 - 226,0254\right]u$$

$$\Rightarrow \Delta m_{Ra} = 1,8156\ u$$

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{226}_{88}Ra$ là:

$$W_{lkRa} = \Delta m_{Ra}.c^2 = 1690,3\ MeV$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{226}_{88}Ra$ là:

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{W_{lkRa}}{A_{Ra}} = 7,479\ MeV$$

Áp dụng vào trường hợp hạt nhân $^{232}_{90}Th$ ta có:

$$\Delta m_{Th} = \left[90.1,0073 + (232 - 90).1,0087 - 232,0381\right]u$$

$$\Rightarrow \Delta m_{Th} = 1,8543\ u$$

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{232}_{90}Th$ là:

$$W_{Th} = \Delta m_{Th}.c^2 = 1726,4\ MeV$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{232}_{90}Th$ là:

$$\varepsilon_{Th} = \frac{W_{lkTh}}{A_{Th}} = 7,441\ MeV$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{Ra} > \varepsilon_{Th} \Rightarrow \text{Ra bền hơn Th.}$$

**36.14**

a) Phương trình phản ứng. Áp dụng các định luật bảo toàn số khối và điện tích ta có: $^1_1p + ^7_3Li \rightarrow ^4_2X + ^4_2X$

b) Động năng của mỗi hạt nhân X.

$$Q = 2K_X - K_p \Rightarrow K_X = \frac{Q + K_P}{2}$$

$$\Rightarrow K_X = \frac{1,4 + 1,6}{2} = 1,5MeV$$

c) Khối lượng của hạt nhân X. $Q = \left[m_p + m_{Li} - 2m_X\right].931,5$

$$\Rightarrow m_X = \frac{m_p + m_{Li} - \dfrac{Q}{931,5}}{2}$$

$$\Rightarrow m_X = \frac{1,0073 + 6,9982 - \dfrac{1,4}{931,5}}{2} = 4,002(u)$$

***Đáp số: b) $K_X = 1,5$ MeV; b) $m_X = 4,002$ u***

**36.15**

Phương trình phản ứng có dạng :

$$^{230}_{90}Th \rightarrow ^{226}_{88}Ra + \alpha + 4,91MeV$$

Theo định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối

$$Z = 1+1 = 2 \; ; \qquad A = 3 + 2 - 1 = 4$$

Vậy X là hạt nhân nguyên tử hêli. Phương trình phản ứng đầy đủ là:

$$^{3}_{1}T + ^{2}_{1}D \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

Theo định nghĩa độ hụt khối, ta có:

$$\Delta m_T = m_p + 2m_n - m_T \Rightarrow m_T = m_p + 2m_n - \Delta m_T$$

$$\Delta m_D = m_p + m_n - m_D \Rightarrow m_T = m_p + m_n - \Delta m_D$$

$$\Delta m_{He} = 2m_p + 2m_n - m_{He} \Rightarrow m_{He} = 2m_p + 2m_n - \Delta m_{He}$$

Theo định nghĩa của năng lượng phản ứng ta có:

$$Q = \left[m_T + m_D - m_{He} - m_n\right]c^2$$

$$Q = \left[\Delta m_{He} - \Delta m_T - \Delta m_D\right]c^2$$

$$Q = (0,0305u - 0,008u - 0,0024u).931,5 = 18,06\,MeV > 0$$

Vậy phản ứng tỏa 18,06 MeV năng lượng.

***Đáp số: c) Q = 18,06 MeV***

# Bài 37 – PHÓNG XẠ

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1.Định nghĩa***

Phóng xạ là quá trình tự phân hủy tự phát của một hạt nhân không bền vững (tự nhiên hay nhân tạo).

***2. Các dạng phóng xạ***

- *Phóng xạ alpha (α)*

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{A-4}_{Z-2}Y$$

$$Z_Y = Z_X - 2 \; ; \; A_Y = A_X - 4$$

Hạt nhân con lùi hai ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

- *Phóng xạ $\beta^-$*

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{A}_{Z+1}Y$$

$$Z_Y = Z_X + 1 \; ; \; A_Y = A_X$$

Hạt nhân con tiến một ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

- Thực chất của sự phóng xạ $\beta^-$ :

$${}^{1}_{0}n \to {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu} \text{ (đối nơtrinô)}$$

- *Phóng xạ $\beta^+$*

$${}^{A}_{Z}X \to {}^{0}_{+1}e + {}^{A}_{Z-1}Y$$

$$Z_Y = Z_X - 1 \text{ ; } A_Y = A_X$$

Hạt nhân con lùi một ô so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn.

- Thực chất của sự phóng xạ $\beta^+$ :

$${}^{1}_{1}p \to {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e + {}^{0}_{0}\nu \text{ (nơtrinô)}$$

- *Phóng xạ $\gamma$*

$${}^{A}_{Z}X^{*} \to {}^{0}_{0}\gamma + {}^{A}_{Z}X$$

Hạt nhân con sinh ra ở trạng thái kích thích có mức năng lượng cao $E_m$ khi chuyển về mức năng lượng thấp hơn $E_n$ thì phát ra năng lượng dưới dạng một phôtôn của tia $\gamma$. Vậy phóng xạ $\gamma$ là phóng xạ đi kèm theo các phóng xạ $\alpha$, $\beta$. Không có sự biến đổi hạt nhân trong phóng xạ $\gamma$ .

Năng lượng gamma phát ra: $\varepsilon_\gamma = hf = \dfrac{hc}{\lambda} = E_m - E_n$

### 3. Định luật phóng xạ

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$m(t) = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$\Delta N(t) = N_0 - N(t)$$

$$= N_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

$$\Delta m(t) = m_0 - m(t) = m_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

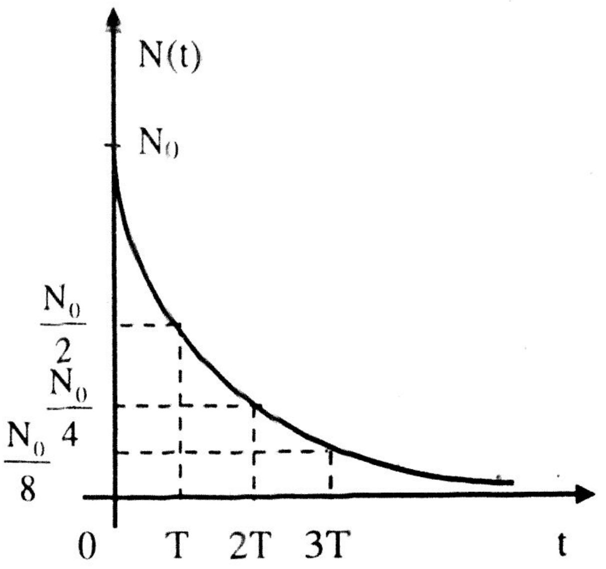
$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0{,}693}{T} = \text{hằng số phóng xạ}$$

T là chu kì bán rã (thời gian để ½ số hạt nhân của chất phóng xạ bị phân rã).

$N_0$, $m_0$ là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ ở thời điểm ban đầu t = 0.

N(t), m(t) là số hạt nhân, khối lượng của chất phóng xạ còn lại sau thời gian t.

ΔN(t), Δm(t) là số hạt nhân, khối lượng của chất



phóng xạ bị phân rã sau thời gian t.

A (g) của một chất chứa $N_A = 6{,}023.10^{23}$ nguyên tử.

$m_0$ (g) ⇒ $N_0$ nguyên tử

m(t) (g) ⇒ N(t) nguyên tử

Δm(t) (g) ⇒ ΔN(t) nguyên tử

$$\Rightarrow \quad m_0 = \frac{N_0 A}{N_A} \; ; \; N(t) = \frac{m_t N_A}{A} \; ; \; ...$$

**4. *Độ phóng xạ H***

Đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của chất phóng xạ được đo bằng số phân rã (hay số phóng xạ) trong 1 đơn vị thời gian = số phân rã/s.

$$H(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$$

$$H(t) = H_0\, 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 e^{-\lambda t}$$

$$H_0 = \lambda N_0 \; ; \; H(t) = \lambda N(t)$$

Đơn vị: 1Bq = 1 phân rã/s

$1Ci = 3{,}7.10^{10}$Bq

**5. *Năng lượng phát ra trong phân rã α***

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

Giả sử hạt nhân X đứng yên. Khối lượng của hạt nhân X, Y và hạt α lần lượt là $m_X$, $m_Y$, $m_\alpha$ tính theo kg. Năng lượng phát ra trong phân rã α là E tính theo J:

$$E = [m_X - (m_\alpha + m_Y)]c^2$$

➢ ***Khi m tính theo đơn vị u ; E tính theo MeV, ta có:***

$$E = [m_X - (m_\alpha + m_Y)]931$$

- Động năng hạt α: $K_\alpha = \dfrac{E}{1 + \dfrac{m_\alpha}{m_Y}} = \dfrac{E}{1 + \dfrac{A_\alpha}{A_Y}}$
- Động năng hạt Y: $K_Y = \dfrac{E}{1 + \dfrac{m_Y}{m_\alpha}} = \dfrac{E}{1 + \dfrac{A_Y}{A_\alpha}}$

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** *Chọn phát biểu sai*

*A. Phóng xạ là quá trình hạt nhân tự phát ra tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.*

*B. Phóng xạ là trường hợp riêng của phản ứng hạt nhân.*

*C. Phóng xạ tuân theo định luật phóng xạ.*

*D. Phóng xạ là một quá trình tuần hoàn có chu kì T gọi là chu kì bán rã.*

**Giải**

Chu kì bán rã của một chất phóng xạ là khoảng thời gian để một nửa số nguyên tử chất ấy biến thành chất khác ⇒ câu sai D.

***Đáp án:D***

**Bài 2:** *Chọn câu trả lời đúng*

*Sự giống nhau giữa các tia $\alpha$, $\beta$ và $\gamma$ là:*

*A. Đều là tia phóng xạ, không nhìn thấy được, được phát ra từ các chất phóng xạ.*

*B. Vận tốc truyền trong chân không hay trong không khí bằng $3.10^8$ m/s.*

*C. Trong điện trường hay từ trường đều không bị lệch hướng.*

*D. Khả năng ion hóa chất khí và đâm xuyên rất mạnh.*

**Giải**

Sự giống nhau giữa các tia $\alpha$, $\beta$ và $\gamma$ là đều là tia phóng xạ, không nhìn thấy được, được phát ra từ các chất phóng xạ.

***Đáp án: A***

**Bài 3:** *Chọn câu trả lời đúng*

*Đồng vị $^{210}_{84}Po$ là chất phóng xạ có chu kì bán rã T. Ban đầu khối lượng của chất phóng xạ là $m_0 = 4\sqrt{2}$ g. Khối lượng của chất phóng xa tại các thời điểm $t = \frac{T}{2}$ là:*

*A. 2 g* *B. 4 g* *C. 8 g* *D. 16 g*

**Giải**

Khối lượng của chất phóng xa tại các thời điểm $t = \frac{T}{2}$ là:

$$m_t = \frac{m_0}{2^{t/T}} = \frac{m_0}{\sqrt{2}} = 4g$$

***Đáp án:B***

**Bài 4:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Người ta dùng máy đếm xung để đếm số hạt êlectrôn phóng ra từ một lượng chất phóng xạ. Trong phép đo lần thứ nhất máy đếm được 400 xung/phút. Sau đó 10 ngày máy chỉ đếm được 100 xung/phút. Chu kì bán rã của chất phóng xạ đó là:***

***A. 5 ngày*** ***B. 10 ngày*** ***C. 20 ngày*** ***D. 40 ngày***

**Giải**

Độ phóng xạ ban đầu: $H_0 = 400$ xung/phút

Độ phóng xạ ở thời điểm t = 10 ngày: $H_t = 100$ xung/phút

Mà $H_t = H_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = \dfrac{H_0}{H_t} = 4 = 2^2$

Chu kì bán của chất phóng xạ đó là: $T = \dfrac{t}{2} = 5$ ngày

***Đáp án:A***

**Bài 5:** ***Pôlôni $^{210}_{84}Po$ là một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã T =138 ngày, phát ra hạt $\alpha$ và biến thành hạt nhân X. Ban đầu có một mẫu pôlôni khối lượng 10,5 g. số Avôgađrô là $N_A = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}$. Tính:***

***a) Khối lượng hêli tạo thành từ sự phân rã $^{210}_{84}Po$ sau thời gian là một chu kì bán rã T.***

***b) Độ phóng xạ của $^{210}_{84}Po$ khi trong mẫu hình thành 5,15 g hạt nhân X.***

**Giải**

a) Phương trình phân rã có dạng:

$$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{A}_{Z}X$$

Theo định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối, ta có:

$$Z = 82 \qquad A = 206$$

Số hạt nhân Pôlôni bị phân rã sau chu kì T là:

$$\Delta N = N_o - N = N_o - \frac{N_o}{2} = \frac{N_o}{2} = \frac{N_A m_o}{2.210}$$

$\Delta N$ cũng chính là số hạt nhân được tạo thành sau khoảng thời gian t bằng T. Vậy khối lượng hêli được tạo thành trong khoảng thời gian

t = T là: $m_{He} = \Delta N \dfrac{4}{N_A} = \dfrac{2m_o}{210} = 0{,}1g$

b) Số hạt X đã được sinh ra:

$$N_x = \frac{m_x.N_A}{A_x} \text{ với } A_x = 206 \text{ và } m_x = 5{,}15g$$

$N_x$ cũng chính là số hạt nhân pôlôni bị phân rã $\Delta N$

Số hạt nhân Pôlôni còn lại chưa bị phân rã là:

$$N = N_0 - \Delta N = N_0 - N_x$$

Thay số ta được: $N = 1,505.10^{2}$ hạt

Độ phóng xạ của pôlôni là:

$$H = \lambda N \quad \text{với} \quad \lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0.693}{138.24.3600}(s^{-1})$$

$$\Rightarrow H = 8,747.10^{14}\ Bq$$

***Đáp số:** a) $m = 0,1$ g; b) $H = 8,747.10^{14}$ Bq*

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**37.1.** Một hạt nhân $^{A}_{Z}X$ nếu phóng xạ $\alpha$, $\beta^-$, $\beta^+$, $\gamma$, hãy hoàn chỉnh bảng sau:

| **Phóng xạ** | **Z** | | **A** | |
|---|---|---|---|---|
| | **thay đổi** | **không đổi** | **thay đổi** | **không đổi** |
| $\alpha$ | | | | |
| $\beta^-$ | | | | |
| $\beta^+$ | | | | |
| $\gamma$ | | | | |

**Trả lời**

| **Phóng xạ** | **Z** | | **A** | |
|---|---|---|---|---|
| | **thay đổi** | **không đổi** | **thay đổi** | **không đổi** |
| $\alpha$ | X | | X | |
| $\beta^-$ | X | | | X |
| $\beta^+$ | X | | | X |
| $\gamma$ | | X | | X |

**37.2.** Hãy chọn câu đúng

Quá trình phóng xạ hạt nhân

A. thu năng lượng.

B. tỏa năng lượng.

C. không thu không tỏa.

D. Có trường hợp thu, có trường hợp tỏa năng lượng.

**Hướng dẫn giải**

Sự phóng xạ: A → B + C

Phóng xạ là trường hợp đặc biệt của phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng. Đó là quá trình tự phát, không cần cung cấp năng lượng vẫn xảy ra.

A: hạt nhân mẹ; B: hạt nhân con và C: hạt $\alpha$, $\beta$, ...

***Đáp án: B***

**37.3.** Trong số các tia α, $\beta^-$, $\beta^+$, γ, tia nào đâm xuyên mạnh nhất? Tia nào đâm xuyên yếu nhất.

**Hướng dẫn giải**

Trong số các tia α, $\beta^-$, $\beta^+$, γ khả năng đâm xuyên mạnh nhất là tia γ và yếu nhất là tia α.

**37.4.** Quá trình phóng xạ nào không có sự thay đổi cấu tạo hạt nhân:

A. Phóng xạ α.
B. Phóng xạ $\beta^-$
C. Phóng xạ $\beta^+$
D. Phóng xạ γ.

**Hướng dẫn giải**

Quá trình phóng xạ không có sự thay đổi cấu tạo hạt nhân là phóng xạ γ.

***Đáp án: D***

**37.5.** Chọn câu trả lời đúng

Trong quá trính phóng xạ, số lượng hạt nhân phân hủy giảm đi so với thời gian t theo qui luật:

A. $-\alpha t + \beta$
B. $\frac{1}{t}$
C. $\frac{1}{\sqrt{t}}$
D. $e^{-\alpha t}$

Trong đó: $\alpha, \beta > 0$

**Hướng dẫn giải**

Trong quá trính phóng xạ, số lượng hạt nhân phân hủy giảm đi so với thời gian t theo công thức: $\Delta N = N_0\left(1 - e^{-\lambda t}\right)$

$\Rightarrow$ số lượng hạt nhân phân hủy giảm đi so với thời gian t theo qui luật: $e^{-\alpha t}$

***Đáp án: D***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**37.6.** Chọn câu trả lời đúng

Trong phương trình phóng xạ hạt nhân sau: $^{210}_{83}Bi \rightarrow X + ^{210}_{84}Po$

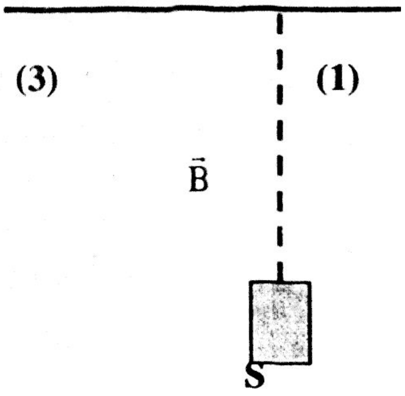
Hạt X là:

A. prôtôn
B. nơtrôn
C. pôsitrôn
D. electrôn

**37.7.** Chọn câu trả lời đúng

Trong thí nghiệm hình 37.1, S là nguồn phóng xạ. Vị trí vết ghi được trên phim (3) ứng với tia $\beta^-$; (1) ứng với tia α. Từ trường $\vec{B}$ có

A. $\vec{B}$ hướng từ trước ra sau.
B. $\vec{B}$ hướng từ sau ra trước.
C. $\vec{B}$ hướng từ phải qua trái.
D. $\vec{B}$ hướng từ trái qua phải.



**Hình 37.1**

**37.8.** Chọn câu trả lời sai

Độ phóng xạ H(t) của một khối chất phóng xạ xác định phụ thuộc vào:

A. khối lượng chất phóng xạ.

B. chu kì bán rã.

C. bản chất của chất phóng xạ.

D. điều kiện ngoài.

**37.9.** Chọn câu trả lời đúng

Một chất phóng xạ sau 15 năm giảm đi ¾ khối lượng ban đầu đã có. Chu kì bán rã của chất phóng xạ bằng:

A. 5 năm B. 10 năm C. 7,5 năm D. 60 năm

**37.10.** Chọn câu trả lời đúng

Một tượng cổ bằng gỗ có độ phóng xạ $\beta$ của nó giảm 87,5% lần độ phóng xạ của một khúc gỗ, có khối lượng bằng $\frac{1}{2}$ lần tượng cổ và vừa mới chặt. Biết chu kì bán rã của C-14 là 5600 năm. Tuổi của tượng cổ là:

A. 1400 năm B. 11200 năm

C. 16800 năm D. 22400 năm

**37.11.** Chọn câu trả lời đúng

Một phòng thí nghiệm nhận được một mẫu quặng chứa chất phóng xạ xêdi $^{137}_{55}Cs$. Khi đó độ phóng xạ của mẫu là $H_0 = 3{,}3.10^9$ Bq. Biết chu kì bán rã của Cs là 30 năm. Khối lượng xêdi chứa trong mẫu quặng khi đó là:

A. 1 mg B. 10 mg C. 100 mg D. 1 g

**37.12.** Ban đầu có 10g chất đồng vị phóng xạ $^{60}_{27}Co$, chu kỳ bán rã T= 5,33 năm.

a) Hỏi sau 10,66 năm chất côban còn lại bao nhiêu ?

b) Biết rằng sau khi phân rã phóng xạ côban biến thành niken $^{60}_{28}Ni$. Viết phương trình phóng xạ và tính khối lượng niken được tạo thành sau 10,66 năm kể từ lúc đầu.

c) Sau bao lâu khối lượng của côban chỉ còn 10 mg. Tính độ phóng xạ của chất côban tại thời điểm này theo Curi.

**37.13.** Chọn câu trả lời đúng

Hạt nhân phóng xạ $^{238}_{92}U$ (đứng yên) phát ra hạt $\alpha$ và $\gamma$ có tổng động năng là 13,9 MeV. Biết vận tốc của hạt $\alpha$ là $2{,}55.10^7$ m/s, khối lượng hạt nhân $m_\alpha = 4{,}0015(u)$. Tần số của bức xạ $\gamma$ là:

A. $9.10^{19}$ Hz. B. $9.10^{20}$ Hz.

C. $9.10^{21}$ Hz. D. $9.10^{22}$ Hz.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**37.6.** ***D***

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích và số khối, ta có phương trình sau:

$$^{210}_{83}Bi \rightarrow {}^{0}_{-1}e^- + {}^{210}_{84}Po$$

$\Rightarrow$ hạt X là electrôn

**37.7.** ***B***

Từ trường có $\vec{B}$ hướng từ sau ra trước.

**37.8.** ***D***

Từ công thức: $H_0 = \lambda N_0 = = \frac{\ln 2}{T} N_o = \frac{\ln 2.m_0.N_A}{T.A}$

Với: $N_0 = \frac{m_0.N_A}{A}$ : số nguyên tử của chất phóng xạ còn lại ở thời điểm ban đầu t = 0.

$m_0$ : khối lượng của chất phóng xạ còn lại ở thời điểm t = 0.

⇒ *Như vậy độ phóng xạ phụ thuộc vào khối lượng chất phóng xạ và chu kì bán rã, tức là bản chất của chất phóng xạ, không phụ thuộc vào điều kiện ngoài* ⇒ câu sai D.

**37.9.** ***C***

$$\Delta m = m_0 - m_t = \frac{3}{4} m_0 \Rightarrow m_t = \frac{1}{4} m_0$$

Mà: $m_t = m_o 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{m_0}{m_t} = 2^{\frac{t}{T}} = 2^2 \Rightarrow T = \frac{t}{2} = 7{,}5$ năm

**37.10.** ***D***

Gọi $H_o$', m' là độ phóng xạ β và khối lượng của khối gỗ vừa mới chặt.

H là độ phóng xạ của tượng gỗ khảo cổ thì:

$$H = (100 - 87{,}5)\%H_0' = 12{,}5\%H_0'$$

Gọi $H_0$ là độ phóng xạ β của khối gỗ tươi có khối lượng m bằng khối lượng của tượng cổ.

Vì $m' = \frac{1}{2} m \Rightarrow H_0' = \frac{1}{2} H_0 \Rightarrow H = 12{,}5\%H_0' = 6{,}25\%H_0$

Tuổi của tượng gỗ khảo cổ là:

$$H = H_o 2^{-\frac{t}{T}} = 6{,}25\%H_o = \frac{1}{16} H_0 \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = 2^4$$

$$\Rightarrow t = 4T = 22400 \text{ năm}$$

**37.11.** ***A***

Ta có: $$H_o = \lambda N_o = \frac{\ln 2}{T} . \frac{m_o.N_A}{A_{Cs}}$$

$$\Rightarrow m_o = \frac{H_0.T.A_{Cs}}{\ln 2.N_A} = \frac{3{,}3.10^9.30.365.24.3600.137}{\ln 2.6{,}023.10^{23}} = 10^{-3} g = 1 mg$$

**37.12.**

a) Chất côban còn lại sau khoảng thời gian 10,66 năm

$$m = m_o 2^{-\frac{t}{T}} = 10.2^{-2} = 2{,}5 g$$

b) Phương trình phóng xạ $^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta^- + {}^{60}_{28}Ni$

Vì khối lượng của $\beta^-$(êlectrôn) rất bé có thể bỏ qua, nên có thể xem khối lượng của niken tạo thành sau 10,66 năm bằng khối lượng của côban bị phân rã trong khoảng thời gian đó. Ta có:

$$m_{Ni} = m_o - m = 10 - 2,5 = 7,5 \text{ g}$$

c) Khoảng thời gian để chất côban còn lại 10 g

$$m = m_o e^{-0,693t/T} \Rightarrow \frac{m}{m_o} = e^{-0,693t/T}$$

$$\Rightarrow t = -\frac{T}{0,693}\ln\left[\frac{m}{m_o}\right] = -\frac{5,33}{0,693}\ln\left[\frac{0,001}{0}\right] = 71 \text{ năm}$$

Số hạt nhân côban N tương ứng với khối lượng $m = 10^{-3}$g

$$N = \frac{m.N_A}{A} = \frac{10^{-3}.6,023.10^{23}}{60} = 10^{19} \text{ hạt nhân}$$

Độ phóng xạ của m = 1mg chất côban

$$H = \frac{0,693}{T}N = \frac{0,693}{5,33 \text{x} 365 \text{x} 24 \text{x} 3600}10^{19} = 4,123.10^{10} \text{ pr/giây}$$

$$H = \frac{4,123.10^{10}}{3,7.10^{10}} = 1,114 \text{Ci}$$

***Đáp số: a) m = 2,5g; b) $m_{Ni}$ = 7,5 g; c) H = 1,114 Ci***

**37.13.** ***A***

Ta có tổng động năng của hạt α và γ là:

$$K = \varepsilon_\gamma + K_\alpha = 13,9 \text{ MeV} = 2,22.10^{-12} \text{ J}$$

Động năng của hạt α là:

$$K_\alpha = \frac{1}{2}m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{1}{2}.4,0015.1,66.10^{-27}(2,55.10^7)^2 = 2,16.10^{-12} \text{ J}$$

Năng lượng của phôtôn γ là: $\varepsilon_\gamma = K - K_\alpha = 6.10^{-14}$ J

Tần số của bức xạ gamma phát ra:

$$\Rightarrow f = \frac{\varepsilon_\gamma}{h} = \frac{6.10^{-14}}{6,625.10^{-34}} = 9.10^{19} \text{Hz}$$

# Bài 38 – PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### 1. Định nghĩa

Là phản ứng một hạt nhân nặng vỡ thành hai hạt nhân trung bình (kèm theo một vài nơtrôn phát ra).

Có hai loại phản ứng phân hạch:

- Phản ứng phân hạch tự phát (xác suất nhỏ).
- Phản ứng phân hạch kích thích.

### 2. Phản ứng phân hạch kích thích

Sự phân hạch là hiện tượng một hạt nhân (loại rất nặng, ví dụ ${}^{235}_{92}U$ ) hấp thụ một nơtrôn rồi vỡ thành hai hạt nhân trung bình. Nơtrôn chậm có động năng tương đương với động năng trung bình của chuyển động nhiệt (dưới 0,01 eV) dễ bị hấp thụ hơn nơtrôn nhanh.

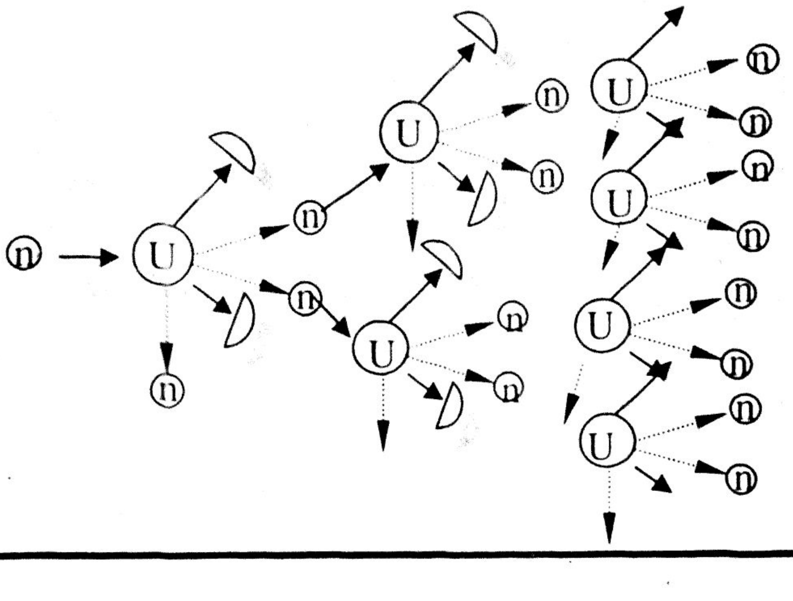
Sự phân hạch thường sinh ra một số ( từ 2 đến 3) nơtrôn và toả ra một năng lượng rất lớn vào khoảng 200 MeV đối với hạt nhân ${}^{235}_{92}U$.

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1}X + {}^{A_2}_{Z_2}X + k\,{}^{1}_{0}n + 200MeV$$

$$\text{Trong đó } Z_1 + Z_2 = 92 \text{ và } A_1 + A_2 + k = 236$$

### 3. Phản ứng dây chuyền

Một phần số nơtrôn sinh ra do sự phân hạch bị mất mát do nhiều nguyên nhân như thoát ra ngoài, bị hấp thụ bởi các hạt nhân loại khác, nhưng nếu sau mỗi phân hạch vẫn còn lại trung bình k nơtrôn gây được sự phân hạch mới, mà $k \geq 1$, thì k nơtrôn này đập vào hạt nhân ${}^{235}_{92}U$ khác, lại gây ra k phân hạch, sinh ra $k^2$ nơtrôn, rồi $k^3$, $k^4$ ... nơtrôn được tạo ra. Số hạt nhân bị phân hạch tăng rất nhanh trong một thời gian rất ngắn, ta có phản ứng hạt nhân dây chuyền.



- *Điều kiện của phản ứng dây chuyền:*
  - Nếu $k < 1$ thì phản ứng dây chuyền không xảy ra.
  - Với $k = 1$ thì hệ thống gọi là tới hạn: Phản ứng dây chuyền xảy ra, nhưng không tăng vọt, năng lượng tỏa ra không đổi và có thể kiểm soát được ( lò phản ứng hạt nhân ).
  - Với $k > 1$ thì hệ thống gọi là vượt hạn: ta không thể khống chế được phản ứng dây chuyền, năng lượng toả ra có sức tăng dữ dội (bom nguyên tử).
  - Số nơtrôn bị mất vì thoát ra ngoài (tỉ lệ với diện tích mặt ngoài khối urani), so với nơtrôn sinh ra (tỉ lệ với thể tích của khối) càng nhỏ nếu khối lượng urani càng lớn. Khối lượng này phải đạt tới một giá trị tối thiểu, gọi là *khối lượng tới hạn* $m_h$ thì mới có $k \geq 1$.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu đúng***

***Sự phân hạch là sự vỡ một hạt nhân nặng***

***A. thường xảy ra một cách tự phát thành nhiều hạt nhân nhẹ hơn.***

***B. thành hai hạt nhân nhẹ hơn, do hấp thụ một nơtrôn.***

***C. thành hai hạt nhân nhẹ hơn và vài nơtrôn, sau khi hấp thụ một nơtrôn chậm.***

***D. thành hai hạt nhân nhẹ hơn, thường xảy ra một cách tự phát.***

**Giải**

Sự phân hạch là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn và vài nơtrôn, sau khi hấp thụ một nơtrôn chậm.

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn phương án đúng***

***Lò phản ứng hạt nhân là bộ phận chính của các nhà máy điện hạt nhân. Khi lò hoạt động xảy ra:***

***A. phản ứng phân hạch dây chuyền được khống chế ở mức tới hạn.***

***B. phản ứng phân hạch dây chuyền được khống chế ở mức dưới hạn.***

***C. phản ứng phân hạch dây chuyền được khống chế ở mức vượt hạn.***

***D. phản ứng nhiệt hạch được khống chế ở mức tới hạn.***

**Giải**

Khi lò hoạt động xảy ra phản ứng phân hạch dây chuyền được khống chế ở mức tới hạn.

***Đáp án: A***

**Bài 3:** *Trong phản ứng phân hạch của hạt nhân* $^{235}_{92}U$*, năng lượng trung bình tỏa ra khi phân chia một hạt nhân là 200 MeV.*

*a) Tính năng lượng tỏa ra trong quá trình phân chia hạt nhân của 1 kg urani trong lò phản ứng. Cho số Avôgadrô* $N_A$ *bằng* $6,023.10^{23}/mol$.

*b) Một nhà máy điện nguyên tử dùng nguyên liệu urani trên có công suất P = 500.000 kW, hiệu suất 20%. Tính khối lượng urani tiêu thụ trong 1 năm (1 năm = 365 ngày).*

**Giải**

a) Số hạt nhân urani có trong 1kg

$$n = \frac{m.N_A}{A} = \frac{10^3.6,023.10^{23}}{235} = 25,6.10^{23}\text{ hạt}$$

Năng lượng tỏa ra khi 1kg bị phân hạch

$$Q = n.200 = 51,3.10^{25}\text{ MeV} = 8,2.10^{13}\text{ J}$$

b) Khối lượng uran tiêu thụ trong 1 năm là:

$$m = \frac{P.t}{Q}.\frac{100}{20} = \frac{500.000.10^3.365.86400}{8,2.10^{13}}.\frac{100}{20} = 961,5\text{kg}$$

***Đáp số: a.*** $Q = 8,2.10^{13}J$***; b.*** $m = 961,5$ ***kg***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**38.1.** So sánh quá trình phân rã α và quá trình phân hạch.

**Trả lời**

+ Giống nhau: đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

+ Khác nhau:

| *Phóng xạ α* | *Phản ứng phân hạch* |
|---|---|
| - Là quá trình tự phát, không phụ thuộc vào các điều kiện ngoài. | - Là quá trình phụ thuộc vào các điều kiện ngoài như phải có các nơtrôn chậm. |
| - Sinh ra các tia phóng xạ α. | - Sinh ra các nơtrôn thứ cấp. |
| - Có thể xảy ra ở các hạt nhân nhẹ. | - Chỉ xảy ra ở các hạt nhân nặng như Urani. |

**38.2.** Căn cứ vào độ lớn của $\frac{W_{lk}}{A}$ chứng tỏ rằng, quá trình phân hạch thường chỉ xảy ra đối với các hạt nhân có số nuclôn lớn hơn hay bằng 200.

**Trả lời**

Căn cứ vào độ lớn của $\frac{W_{lk}}{A}$ người ta thấy rằng năng lượng liên kết riêng lớn nhất khi các hạt nhân có số khối A trong khoảng $50 < A < 95$, tức là các hạt nhân trung bình là bền vững nhất.

Khi các hạt nhân có khối lượng rất lớn, năng lượng liên kết của chúng lại giảm, tức là chúng không bền vững. Vì vậy chúng có xu hướng vỡ ra thành các hạt nhân trung bình $\Rightarrow$ quá trình phân hạch thường chỉ xảy ra đối với các hạt nhân rất nặng có số nuclôn lớn hơn hay bằng 200.

▼

**38.3.** Chọn câu đúng

Phần lớn năng lượng giải phóng trong phân hạch là

A. động năng các nơtrôn phát ra.

B. động năng các mảnh.

C. năng lượng tỏa ra do phóng xạ của các mảnh.

D. năng lượng các phôtôn của tia $\gamma$.

**Hướng dẫn giải**

Từ bảng 51.1SGK ta thấy phần lớn năng lượng giải phóng trong phân hạch là động năng các mảnh.

***Đáp án: B***

**38.4.** Hoàn chỉnh các phản ứng:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{94}_{39}Y + ^{140}_{?}I + x\left(^{1}_{0}n\right)$$

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{95}_{?}Zn + ^{138}_{52}Tc + x\left(^{1}_{0}n\right)$$

**Hướng dẫn giải**

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{94}_{39}Y + ^{140}_{53}I + 2\left(^{1}_{0}n\right)$$

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{95}_{40}Zn + ^{138}_{52}Tc + 3\left(^{1}_{0}n\right)$$

**38.5.** Xét phản ứng ứng phân hạch: $^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{139}_{53}I + ^{94}_{39}Y + 3\left(^{1}_{0}n\right) + \gamma$

Tính năng lượng tỏa ra khi phân hạch một hạt nhân $^{235}U$.

Cho biết $^{235}U = 234,99332u$; $^{139}I = 138,89700u$; $^{94}Y = 93,89014u$

**Hướng dẫn giải**

Năng lượng tỏa ra khi phân hạch một hạt nhân $^{235}U$ là:

$$Q = [(m_n + m_U) - (m_I + m_Y + 3m_n)].931,5$$

$$\Rightarrow Q = [(1,00866 + 234,99332) - (138,89700 + 93,89014 + 3\ .\ 1,00866)].\ 931,5$$

$$\Rightarrow Q = 175,92\ MeV$$

***Đáp số: Q = 175,92 MeV***

**38.6.** Tính năng lượng tỏa ra khi phân hạch 1 kg $^{235}U$. Cho biết mỗi phân hạch tỏa ra năng lượng 200 MeV.

**Hướng dẫn giải**

Năng lượng tỏa ra khi phân hạch 1 kg urani 235 là:

$$W_{tỏa} = \frac{m.N_A}{A_U}Q = \frac{1.6,023.10^{26}}{235}.200 = 5,126.10^{26}\text{ MeV} = 8,2.10^{13}\text{ J}$$

***Đáp số:*** $W_{tỏa} = 8,2.10^{13}$ ***J***

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**38.7.** Chọn phương án đúng

Đồng vị có thể phân hạch khi hấp thu một nơtrôn chậm là

A. $^{238}_{92}U$ B. $^{234}_{92}U$ C. $^{235}_{92}U$ D. $^{239}_{92}U$

**38.8.** Chọn phương án đúng

Gọi k là hệ số nhân nơtrôn, thì điều kiện cần và đủ để phản ứng dây chuyền có thể xảy ra là

A. $k < 1$ B. $k = 1$ C. $k > 1$ D. $k \geq 1$

**38.9.** Chọn câu trả lời đúng

So sánh sự giống nhau giữa hiện tượng phóng xạ với phản ứng dây chuyền:

A. đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

B. đều phụ thuộc vào các điều kiện ngoài.

C. đều là quá trình tự phát.

D. có thể xảy ra ở các hạt nhân nặng hay nhẹ.

**38.10.** Chọn câu trả lời đúng

Tìm năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân U 234 phóng xạ tia α tạo thành đồng vị Th 230. Cho các năng lượng liên kết riêng của hạt α là 7,10MeV; của U 234 là 7,63 MeV ; của Th 230 là 7,70 MeV.

A. 13,98 eV B. 13,98 MeV

C. 42,82 eV D. 42,82 MeV

**38.11.** Một nhà máy điện nguyên tử công suất P = 600.000 kW, hiệu suất 20%. Nhiên liệu là urani đã làm giàu (25% U 235).

a) Muốn cho nhà máy hoạt động liên tục trong một năm (365 ngày) cần phải cung cấp cho nó một khối lượng nhiên liệu hạt nhân là bao nhiêu? Cho biết năng lượng trung bình tỏa ra khi phân hạch một hạt nhân là E = 200 MeV.

b) Tính lượng dầu tiêu thụ trong một năm của nhà máy nhiệt điện dùng dầu có cùng công suất như trên và có hiệu suất 75%. Cho biết năng suất tỏa nhiệt của dầu là $q = 3.10^7$ J/kg.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**38.7.** *C*

Đồng vị có thể phân hạch khi hấp thu một nơtrôn chậm là $^{235}_{92}U$.

**38.8.** *D*

Điều kiện cần và đủ để phản ứng dây chuyền có thể xảy ra là $k \geq 1$.

**38.9.** *A*

Sự giống nhau giữa hiện tượng phóng xạ với phản ứng dây chuyền đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

**38.10.** *B*

Năng lượng tỏa ra của phản ứng được tính bởi công thức:

$$E_{tỏa} = \Delta Mc^2 = (\Delta m_{Th} + \Delta m_\alpha - \Delta m_U)c^2 = A_{th}\varepsilon_{Th} + A_\alpha\varepsilon_\alpha - A_U\varepsilon_U$$

$$\Rightarrow E_{tỏa} = 230 \,.\, 7{,}70 + 4 \,.\, 7{,}10 - 234 \,.\, 7{,}63 = 13{,}98\ \text{MeV}$$

**38.11.**

a) Công suất thực cần cung cấp cho nhà máy điện nguyên tử là:

$$P_t = 6.10^5 \,.\, \frac{100}{20} = 3.10^6\,\text{kW}$$

Năng lượng nhà máy cần để hoạt động liên tục trong một năm là:

$$E = 3.10^6 \,.\, 365 \,.\, 86.400 = 94.608.10^9\text{kJ} = 9{,}4608.10^{13}\ \text{J}$$

Số hạt nhân U235 tương ứng với 1g là:

$$N = \frac{1\text{x}6{,}023.10^{23}}{235} = 2{,}56.10^{21}\,\text{hạtnhân}$$

Năng lượng tỏa ra khi 1g U-235 bị phân rã là:

$$\varepsilon = 200 \text{ x } N = 200 \text{ x } 2{,}56.10^{21} = 5{,}12.10^{23}\,\text{MeV}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 5{,}12.10^{23} \text{ x } 1{,}6.10^{-13} = 8{,}192.10^{10}\ \text{J}$$

Khối lượng U 235 cần để tạo ra năng lượng E là:

$$m_U = \frac{E}{\varepsilon} = \frac{9{,}4608.10^{13}}{8{,}192.10^{10}} = 1{,}155\ \text{kg}$$

Khối lượng $m_{nh}$ của nhiên liệu:

$$m_{nh} = \frac{1{,}155\text{x}100}{25} = 4{,}6\,\text{kg}$$

b) Khối lượng dầu cần dùng để tạo ra năng lượng E là:

$$m_d = \frac{9{,}4608.10^{13}}{3.10^7} = 3{,}15.10^6\ \text{kg}$$

***Đáp số: a)*** $m_{nh} = 4{,}6\ kg$***; b)*** $m_d = 3{,}15.10^6\ kg$

# Bài 39 – PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Định nghĩa***

Là phản ứng hạt nhân trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ hợp lại thành hạt nhân nặng hơn.

***2. Điều kiện thực hiện phản ứng***

Điều kiện để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra:

- Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ.
- Hỗn hợp nhiên liệu phải "giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ.

***3. Năng lượng nhiệt hạch***

Năng lượng tỏa ta trong mỗi phản ứng tổng hợp hạt nhân thì không lớn, nhưng nếu so sánh trên cùng khối lượng nhiên liệu thì lớn hơn nhiều lần so với phản ứng phân hạch hay các đốt nhiên liệu khác.

***4. Phản ứng nhiệt hạch trên các sao trong vũ trụ***

Năng lượng nhiệt hạch là nguồn gốc năng lượng của hầu hết các vì sao.

Phản ứng nhiệt hạch trên các sao trong vũ trụ chủ yếu là quá trình tổng hợp hêli từ hiđrô.

Các phản ứng xảy ra ở nhiệt độ rất cao khoảng 30 triệu độ.

***5. Phản ứng nhiệt hạch trên Trái Đất***

Phản ứng nhiệt hạch trên Trái Đất được ứng dụng vào các lĩnh vực:

- Chế tạo bom nhiệt hạch (phản ứng không điều khiển được).
- Phản ứng nhiệt hạch có điều khiển để tạo ra nguồn năng lượng dồi dào, sạch, không gây ô nhiễm môi trường.

## B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP MẪU

**Bài 1:** ***Chọn câu trả lời sai***

***Phản ứng tổng hợp hạt nhân:***

***A. chỉ xảy ra ở nhiệt độ rất cao (hàng chục, hàng trăm triệu độ).***

***B. Trong lòng Mặt Trời và các ngôi sao xảy ra phản ứng nhiệt hạch.***

***C. Con người đã thực hiện được phản ứng tổng hợp hạt nhân dưới dạng kiểm soát được.***

***D. được áp dụng để chế tạo bom khinh khí.***

Giải

Con người *chưa thực hiện được* phản ứng tổng hợp hạt nhân dưới dạng kiểm soát được.

***Đáp án: C***

**Bài 2:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***Cho phản ứng hạt nhân sau:***

$$^{2}_{1}D + ^{3}_{1}T \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

***Biết độ hụt khối khi tạo thành các hạt nhân*** $^{2}_{1}D$, $^{3}_{1}T$ ***và*** $^{4}_{2}He$ ***lần lượt là:***

$\Delta m_D = 0,0024u$; $\Delta m_T = 0,0087u$ ***và*** $\Delta m_{He} = 0,0305u$. ***Cho*** $u = 931$ $MeV/c^2$. ***Năng lượng tỏa ra của phản ứng là:***

***A. 1,806 MeV*** ***B. 18,06 MeV***

***C. 180,6 MeV*** ***D. 18,06 eV***

Giải

Từ phương trình phản ứng:

$$^{2}_{1}D + ^{3}_{1}T \rightarrow ^{2}_{4}He + ^{1}_{0}n$$

Năng lượng tỏa ra từ phản ứng:

$$E = [\Delta M_{He} - (\Delta m_D + \Delta m_T)]\, c^2$$

$$= [\,0,0305 - (\,0,0024 + 0,0087)]\,.\,931 = 18,06\ MeV$$

***Đáp án:B***

**Bài 3:** ***Chọn câu trả lời đúng***

***So sánh sự giống nhau giữa phản phân hạch với phản ứng tổng hợp hạt nhân:***

***A. Đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.***

***B. Điều kiện xảy ra phản ứng ở nhiệt độ rất cao.***

***C. Đều là quá trình tự phát.***

***D. Năng lượng tỏa ra của phản ứng đều rất lớn.***

Giải

So sánh sự giống nhau giữa phản ứng phân hạch với phản ứng tổng hợp hạt nhân đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

***Đáp án: A***

## C. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**39.1.** Hãy nêu lên các điều kiện để phản ứng tổng hợp hạt nhân có thể xảy ra.

### Trả lời

Điều kiện để phản ứng tổng hợp hạt nhân có thể xảy ra:

- Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ.
- Hỗn hợp nhiên liệu phải "giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ.

**39.2.** So sánh (định tính) phản ứng tổng hợp hạt nhân và phản ứng phân hạch về các đặc điểm:

a) nhiên liệu phản ứng.
b) điều kiện thực hiện.
c) năng lượng tỏa ra ứng với cùng một khối lượng nhiên liệu.
d) ô nhiễm môi trường.

### Trả lời

So sánh (định tính) phản ứng tổng hợp hạt nhân và phản ứng phân hạch về các đặc điểm:

| | **Tổng hợp hạt nhân** | **Phản ứng phân hạch** |
|---|---|---|
| Nhiên liệu phản ứng | các hạt nhân nhẹ | các hạt nhân rất nặng |
| Điều kiện thực hiện | - Nhiệt độ cao khoảng từ 50 triệu độ tới 100 triệu độ.<br>- Hỗn hợp nhiên liệu phải "giam hãm" trong một khoảng không gian rất nhỏ. | - Phải làm chậm nơtrôn.<br>- Hệ số nhân nơtrôn $k \geq 1$.<br>- Khối lượng $^{235}U$ phải lớn hơn hoặc bằng khối lượng tới hạn. |
| Năng lượng tỏa ra ứng với cùng một khối lượng nhiên liệu | lớn hơn | nhỏ hơn |
| Ô nhiễm môi trường | sạch hơn, có ít chất thải phóng xạ làm ô nhiễm môi trường. | bẩn hơn, có nhiều chất thải phóng xạ làm ô nhiễm môi trường. |

**39.3.** Trên một số sao người ta tìm thấy các hạt nhân C có vai trò xuất phát điểm của một chuỗi các phản ứng tổng hợp (được gọi là chu trình CNO). Hãy hoàn chỉnh các phản ứng đó.

1. $^{12}_{6}C + ? \rightarrow {}^{13}_{7}N$
2. $^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + ?$
3. $^{13}_{6}C + ? \rightarrow {}^{14}_{7}N$
4. $^{14}_{7}N + ? \rightarrow {}^{15}_{8}O$
5. $^{15}_{8}O \rightarrow {}^{15}_{7}N + ?$
6. $^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{12}_{6}C + ?$

### Hướng dẫn giải

1. $^{12}_{6}C + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{13}_{7}N$
2. $^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{1}e$
3. $^{13}_{6}C + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{14}_{7}N$
4. $^{14}_{7}N + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{15}_{8}O$
5. $^{15}_{8}O \rightarrow {}^{15}_{7}N + {}^{0}_{1}e$
6. $^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{12}_{6}O + {}^{4}_{2}He$

**39.4.** Xét phản ứng hạt nhân

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

a) Xác định năng lượng tỏa ra bởi phản ứng đó (tính ra MeV và ra J).

b) Tính khối lượng đơtêri cần thiết để có thể thu được năng lượng tổng hợp hạt nhân tương đương với năng lượng tỏa ra khi đốt 1 kg than.

Cho biết: $^{2}_{1}H = 2{,}0135u$; $^{3}_{2}He = 3{,}0149\,u$; $^{1}_{0}n = 1{,}0087\ u$

Năng lượng tỏa ra khi đốt 1 kg than là 30 000kJ.

**Hướng dẫn giải**

a) Năng lượng tỏa ra bởi phản ứng đó:

$$Q = [2m_D - (m_{He} + m_n)]c^2$$

$$\Rightarrow Q = [2.2{,}0135 - (3{,}0149 + 1{,}0087)].931{,}5 = 3{,}1671\ MeV = 5{,}07.10^{-13}\ J$$

b) Từ phương trình phản ứng, cứ hai hạt đơtêri tham gia phản ứng thì tỏa ra năng lượng là Q. Vậy số hạt nhân đơtêri tham gia phản ứng để tỏa ra năng lượng W là:

$$N_D = \frac{2W}{Q}$$

Khối lượng đơtêri cần thiết để có thể thu được năng lượng tổng hợp hạt nhân tương đương với năng lượng tỏa ra khi đốt 1 kg than là:

$$M_D = \frac{N_D.A_D}{N_A} = \frac{2W_{than}.A_D}{Q.N_A} = \frac{2.30.10^6.2}{5{,}07.10^{-13}.6{,}023.10^{23}} = 3{,}93.10^{-4}\ g$$

***Đáp số:* a) $Q = 3{,}1671\ MeV = 5{,}07.10^{-13}\ J$; b) $M_D = 3{,}93.10^{-4}\ g$**

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**39.5.** Chọn phương án đúng

Phản ứng nhiệt hạch và phản ứng phân hạch hạt nhân là hai phản ứng trái ngược nhau vì

A. một phản ứng tỏa và một phản ứng thu năng lượng.

B. một phản ứng xảy ra ở nhiệt độ thấp, phản ứng kia ở nhiệt độ cao.

C. một phản ứng là tổng hợp là tổng hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn, phản ứng kia là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn.

D. một phản ứng diễn biến rất chậm, phản ứng kia rất nhanh.

**39.6.** Chọn câu trả lời đúng

Cho phản ứng hạt nhân sau :

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + 3{,}25\ MeV$$

Biết độ hụt khối của $^{2}_{1}H$ là $\Delta m_D = 0{,}0024u$ và $1u = 931\ MeV/c^2$. Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{4}_{2}He$ là:

A. 7,7188 MeV

B. 77,188 MeV

C. 771,88 MeV

D. 7,7188 eV

**39.7.** Chọn câu trả lời đúng

Lí do khiến con người quan tâm đến phản ứng nhiệt hạch vì:

A. nó cung cấp cho con người nguồn năng lượng vô tận.

B. về mặt sinh thái, phản ứng nhiệt hạch sạch hơn phản ứng phân hạch.

C. có ít chất thải phóng xạ làm ô nhiễm môi trường.

D. A, B, C đều đúng.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**39.5.** ***C***

Phản ứng nhiệt hạch và phản ứng phân hạch hạt nhân là hai phản ứng trái ngược nhau vì một phản ứng là tổng hợp là tổng hợp hai hạt nhân nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn, phản ứng kia là sự vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn.

**39.6.** ***A***

Từ phương trình phản ứng ta có:

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + 3,25\ \text{MeV}$$

Năng lượng tỏa ra từ phản ứng:

$$E = (\Delta M_{He} - 2\Delta m_D)c^2 = 3,25\ \text{MeV}$$

$\Rightarrow$ Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{4}_{2}He$ là:

$$\Delta E_{He} = \Delta M_{He}\,c^2 = E + 2\Delta m_D c^2 = 3,25 + 2.\ 0,0024\ .\ 931 = 7,7188\ \text{MeV}$$

**39.7.** ***D***

Lí do khiến con người quan tâm đến phản ứng nhiệt hạch vì:

- nó cung cấp cho con người nguồn năng lượng vô tận.
- Về mặt sinh thái, phản ứng nhiệt hạch sạch hơn phản ứng phân hạch.
- có ít chất thải phóng xạ làm ô nhiễm môi trường.

$\Rightarrow$ A, B, C đều đúng.

# CHƯƠNG VIII – TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

## Bài 40 – CÁC HẠT SƠ CẤP

### A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

***1. Định nghĩa***

Các vi hạt có kích thước cỡ kích thước hạt nhân trở xuống gọi là hạt sơ cấp. Các hạt sơ cấp như: phôtôn ($\gamma$), êlectrôn ($e^-$), pôzitrôn ($e^+$), prôtôn (p), nơtrôn (n), nơtrinô ($\nu$)...

***2. Tính chất***

*a) Phân loại các hạt sơ cấp*

Sự phân loại dựa vào độ lớn và đặc tính tương tác. Có ba loại chính:

- *Phôtôn:* khối lượng $m_0 = 0$, là lượng tử ánh sáng.
- *Leptôn:* gồm các hạt nhẹ như êlectrôn ($e^-$), muyôn $\mu^+$, $\mu^-$ ....
- *Hadrôn:* gồm hai loại: mêzôn và barion
  - Mêzôn: các hạt có khối lượng trung bình trong khoảng $(200 \div 900)m_e$, gồm hai nhóm mêzôn $\pi$ và mêzôn K.
  - Barion: các hạt có khối lượng bằng hoặc lớn hơn prôtôn, gồm hai nhóm nuclôn và hiperôn cùng các phản hạt của chúng.

*b) Thời gian sống trung bình*

Có bốn hạt bền không bị phân rã là: phôtôn, êlectrôn, prôtôn và nơtrinô. Các hạt còn lại không bền có thời gian sống khoảng $10^{-24}$ s đến $10^{-6}$s, trừ hạt nơtrôn có thời gian sống 932 s.

*c) Đối hạt (phản hạt)*

Mỗi hạt sơ cấp đều có đối hạt của nó, đó là những hạt có cùng khối lượng, nhưng điện tích trái dấu và có cùng trị tuyệt đối.

*d) Spin*

Mỗi hạt sơ cấp khi đứng yên cũng có mômen động lượng riêng và mômen từ riêng, đặc trưng cho chuyển động nội tại và bản chất của hạt ⇒ đặc trưng bằng số lượng tử spin.

Dựa vào số spin người ta chia hạt sơ cấp thành hai loại:

- *Fecmiôn*

$$s = \frac{1}{2}; \frac{3}{2}; \frac{5}{2} \ldots$$

- *Bôzôn*

$$s = 0; 1; 2 \ldots$$

***3. Tương tác của các hạt sơ cấp***

Có bốn loại tương tác cơ bản:

- Tương tác điện từ.
- Tương tác mạnh.
- Tương tác yếu.
- Tương tác hấp dẫn.

## B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

?

**40.1.** So sánh năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô và năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân $^4_2He$.

**Trả lời**

- Năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô:

  Theo tiên đề Bo, năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô là năng lượng cần cung cấp để bứt êlectrôn từ quĩ đạo K ra khỏi nguyên tử. Do đó:

$$W_{klelectron} = 13{,}6 \text{ eV}$$

- Năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân $^4_2He$:

  Năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân $^4_2He$ là năng lượng liên kết riêng của hạt nhân đó. Do đó:

$$\varepsilon_{He} = \frac{W_{lkHe}}{A_{He}} = \frac{(2m_P + 2m_n - m_{He}).c^2}{4} = 7{,}075 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow W_{klelectron} << \varepsilon_{He}$$

*Vậy năng lượng liên kết của êlectrôn trong nguyên tử hiđrô rất nhỏ hơn năng lượng liên kết của một prôtôn trong hạt nhân* $^4_2He$.

**40.2.** Leptôn là gì? Đặc tính chung của các leptôn. Các leptôn tham gia vào các quá trình tương tác nào?

**Trả lời**

- Leptôn gồm các hạt nhẹ như êlectrôn ($e^-$), muyôn $\mu^+$, $\mu^-$ ....
- Đặc tính chung của các leptôn: là các hạt fecmiôn.
- Các leptôn tham gia vào các quá trình tương tác yếu.

▼

**40.3.** Phân loại các tương tác sau:

a) lực ma sát;

b) lực liên kết hóa học;

c) trọng lực;

d) lực Lo-ren;

e) lực hạt nhân;

f) lực liên kết trong phân rã β.

Hướng dẫn giải

| Lực | Tương tác điện từ | Tương tác mạnh | Tương tác yếu | Tương tác hấp dẫn |
|---|---|---|---|---|
| a) Lực ma sát | X | | | |
| b) Lực liên kết hóa học | X | | | |
| c) Trọng lực | | | | X |
| d) Lực Lo-ren | X | | | |
| e) Lực hạt nhân | | X | | |
| f) Lực liên kết trong phân rã β | | | X | |

## D. MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**40.4.** So sánh cỡ kích thước các vi hạt sau:

a) hạt nhân b) phân tử c) nguyên tử

d) prôtôn e) nơtrôn

**40.5.** Nhắc lại định nghĩa tương tác hạt nhân.

**40.6.** Trong bảng sau, hạt nào là phản hạt của chính nó?

| **Hạt** | $p$ | $n$ | $e^-$ | $e^+$ | $\pi^+$ | $\pi^0$ | $\gamma$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Phản hạt** | $\bar{p}$ | $\bar{n}$ | $e^+$ | $e^-$ | $\pi^-$ | $\pi^0$ | $\gamma$ |

**40.7.** Hạt prôtôn có phân rã được không?

**40.8.** Các hạt nào sau đây là fecmiôn? Bôzôn?

pôzitrôn, phôtôn, nơtrôn, $\pi^0$, $\Omega^-$, nơtrinô.

## E. GIẢI VÀ ĐÁP SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG

**40.4.**

| Hạt nhân | Phân tử | Nguyên tử | Prôtôn | Nơtrôn |
|---|---|---|---|---|
| $10^{-14}$ m | $10^{-9}$ m | $10^{-10}$ m | $10^{-15}$ m | $10^{-15}$ m |

*Như vậy, kích thước của các vi hạt đó theo thứ tự giảm dần:*

*phân tử > nguyên tử >> hạt nhân > prôtôn và nơtrôn*

**40.5.**

Tương tác giữa các nuclôn gọi là tương tác hạt nhân. Nó là tương tác mạnh, có bản chất khác với các loại tương tác khác như tương tác tĩnh điện hay tương tác hấp dẫn ...

**40.6.**

Hạt $\pi^0$ và $\gamma$ là phản hạt của chính nó.

**40.7.**

Khi ở ngoài hạt nhân nguyên tử prôtôn là hạt bền, không bị phân rã. Nhưng ở trong hạt nhân nguyên tử hạt prôtôn có thể bị phân rã để sinh ra phóng xạ $\beta^+$. Thực chất của sự phóng xạ $\beta^+$ :

$${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_1e + {}^0_0\nu \text{ (nơtrinô)}$$

Như vậy hạt prôtôn đã phân rã thành các hạt nơtrôn, pôzitrôn và nơtrinô. Nguyên nhân là do trong hạt nhân tồn tại lực tương tác mạnh dẫn tới độ hụt khối hạt nhân và năng lượng liên kết. Phần năng lượng này giúp cho việc hình thành hạt nơtrôn có khối lượng nghỉ lớn hơn hạt prôtôn.

**40.8.** Các hạt là fecmiôn khi spin của nó là số bán nguyên và là bôzôn khi spin của nó là số nguyên:

| Hạt | Fecmiôn | Bôzôn |
|---|---|---|
| pôzitrôn | X | |
| phôtôn | | X |
| nơtrôn | X | |
| $\pi^0$ | | X |
| $\Omega^-$ | X | |
| nơtrinô | X | |

# Bài 41 – CẤU TẠO VŨ TRỤ

## A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

### *1. Hệ Mặt Trời*

- Hệ Mặt Trời gồm: Mặt Trời + các hành tinh và các vệ tinh.
- Lực hấp dẫn đóng vai trò quyết định sự hình thành và phát triển của hệ ⇒ tuân theo định luật Keple.

***a) Mặt Trời***

- Là một ngôi sao màu vàng, có nhiệt độ bề mặt 6000 K, nhiệt độ trong lòng lên đến hàng chục triệu độ.
- Có bán kính lớn hơn 109 lần bán kính Trái Đất và khối lượng gấp $333.10^3$ lần khối lượng Trái Đất.
- Năng lượng Mặt Trời là do phản ứng tổng hợp hạt nhân hiđrô thành hạt hêli.

***b) Các hành tinh***

Có 8 hành tinh từ trong ra ngoài: Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hoả tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Chia làm hai nhóm:

- nhóm Trái Đất : Thủy tinh, Kim tinh,Trái Đất, Hoả tinh.
- nhóm Mộc tinh: Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Xung quanh các hành tinh có các vệ tinh.

c) ***Các hành tinh nhỏ***

Là các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời có bán kính quĩ đạo từ 2,2 đến 3,6 đvtv.

d) ***Sao chổi và thiên thạch***

- Sao chổi: là những khối khí đóng băng lẫn với đá, có đường kính vài kilômét chuyển động quanh Mặt Trời.
- Thiên thạch: là những tảng đá chuyển động quanh Mặt Trời.

2. ***Các sao và Thiên Hà***

a) ***Các sao***

Là các khối khí nóng sáng như Mặt trời, có nhiệt độ trong lòng cao hàng chục triệu độ; nhiệt độ mặt ngoài cao nhất đến 50 000 K; thấp nhất 3000 K.

b) ***Tinh vân***

Là các đám bụi khổng lồ được rọi sáng bởi các ngôi sao gần đó hoặc là những đám khí bị ion hóa

c) ***Thiên hà***

Là một hệ thống sao gồm nhiều loại sao và tinh vân. Trong mỗi thiên hà có khoảng một trăm tỉ ngôi sao và tinh vân. Có sao đang ổn định, có sao mới, sao siêu mới, punxa (sao không phát sáng, chỉ phát sóng điện từ) và lỗ đen (sao không phát sáng và sóng điện từ).

Nhiều thiên hà có dạng xoắn ốc phẳng.

Thiên hà của chúng ta là Ngân hà.

d) ***Vũ trụ***

Gồm các thiên hà và các đám thiên hà.

## B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

**?**

**41.1.** Trình bày cấu tạo của hệ Mặt Trời.

**Trả lời**

Hệ Mặt Trời gồm: Mặt Trời + các hành tinh và các vệ tinh.

Có 8 hành tinh từ trong ra ngoài: Thủy tinh, Kim tinh, Trái Đất, Hoả tinh, Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Chia làm hai nhóm:

- Nhóm Trái Đất : Thủy tinh, Kim tinh,Trái Đất, Hoả tinh.
- Nhóm Mộc tinh: Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

**41.2.** Mặt Trời có vai trò gì trong hệ Mặt Trời?

**Trả lời**

Mặt Trời là thiên thể trung tâm của hệ Mặt trời và là thiên thể duy nhất phát sáng. Các hành tinh trong hệ Mặt Trời đều quay xung quanh nó.

**41.3.** Phân biệt hành tinh và vệ tinh.

**Trả lời**

Các hành tinh quay quanh Mặt Trời, còn các vệ tinh thì quay xung quanh các hành tinh.

**41.4.** Hành tinh nhỏ là gì?

**Trả lời**

Là các hành tinh chuyển động quanh Mặt Trời có bán kính quĩ đạo từ 2,2 đến 3,6 đvtv.

**41.5.** Những hành tinh nào thuộc nhóm Trái Đất và những hành tinh nào thuộc nhóm Mộc tinh? Nêu những đặc điểm chung của các hành tinh trong mỗi nhóm.

**Trả lời**

- *Nhóm Trái Đất* : Thủy tinh, Kim tinh,Trái Đất, Hoả tinh.
- *Nhóm Mộc tinh:* Mộc tinh, Thổ tinh, Thiên Vương tinh và Hải Vương tinh.

Đặc điểm chung của mỗi nhóm:

- *Nhóm Trái Đất :* là các hành tinh nằm gần Mặt Trời, nhỏ, rắn, có khối lượng riêng lớn, có rất ít hoặc không có vệ tinh. Nhiệt độ bề mặt của chúng tương đối cao.
- *Nhóm Mộc tinh:* là các hành tinh nằm xa Mặt Trời, lớn, có khối lượng riêng nhỏ, có rất nhiều có vệ tinh. Nhiệt độ bề mặt của chúng tương đối thấp.

**41.6.** Sao chổi, thiên thạch sao băng là gì? Sao băng có phải là một thành viên của hệ Mặt Trời không?

**Trả lời**

- Sao chổi: là những khối khí đóng băng lẫn với đá, có đường kính vài kilômét chuyển động quanh Mặt Trời.
- Thiên thạch: là những tảng đá chuyển động quanh Mặt Trời.
- Sao băng: khi thiên thạch khi bay vào bầu khí quyển của Trái đất thì bị ma sát mạnh, nóng sáng và bốc cháy để một vết sáng dài gọi là sao băng.
- Sao băng không phải là một thành viên của hệ Mặt Trời.

**41.7.** Thiên hà là gì? Đa số thiên hà thường có dạng cấu trúc nào? Nêu những thành viên của một thiên hà.

**Trả lời**

- Thiên hà: Là một hệ thống sao gồm nhiều loại sao và tinh vân.
- Đa số thiên hà thường có dạng cấu trúc xoắn ốc phẳng.
- Những thành viên của một thiên hà: Trong mỗi thiên hà có khoảng một trăm tỉ ngôi sao và tinh vân. Có sao đang ổn định, có sao mới, sao siêu mới, punxa (sao không phát sáng, chỉ phát sóng điện từ) và lỗ đen (sao không phát sáng và sóng điện từ).

**41. .** Ngân Hà của chúng ta có hình dạng gì? Hệ Mặt Trời ở vị trí nào trong Ngân Hà của chúng ta?

**Trả lời**

- Ngân Hà của chúng ta có hình dạng đĩa, phần giữa phồng to, phần mép dẹt. Đường kính của Ngân Hà khoảng 100 000 năm ánh sáng. Bề dày của chỗ phồng to nhất khoảng 15 000 năm ánh sáng.
- Hệ Mặt Trời nằm trên mặt phẳng qua tâm và vuông góc với trục của Ngân Hà và cách tâm một khoảng cỡ $\frac{2}{3}$ bán kính của nó.

▼

**41.9.** Người ta dựa vào những đặc điểm nào dưới đây để phân các hành tinh trong hệ Mặt Trời thành hai nhóm:

A. Khoảng cách đến Mặt Trời.
B. Nhiệt độ bề mặt hành tinh.
C. Số vệ tinh nhiều hay ít.
D. Khối lượng.

**Hướng dẫn giải**

Người ta dựa vào khối lượng các hành tinh để phân các hành tinh trong hệ Mặt Trời thành hai nhóm.

***Đáp án: D***

**41.10.** Hãy chỉ ra cấu trúc không là thành viên của một thiên hà:

A. Sao siêu mới.
B. Punxa.
C. Lỗ đen.
D. Quaza.

**Hướng dẫn giải**

Cấu trúc không phải thành viên của một thiên hà là quaza.

***Đáp án: D***

**41.11.** Khoảng cách từ Mặt Trăng và Trái Đất đến Mặt Trời coi như bằng nhau. Khoảng cách từ Mặt Trời đến Trái Đất coi như bằng 300 lần khoảng cách từ Mặt Trăng đến Trái Đất. Khối lượng Mặt Trời coi như bằng 300 ngàn lần khối lượng Trái Đất. Xét các lực hấp dẫn mà Mặt Trời và Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng. Lực nào lớn hơn và lớn hơn bao nhiêu lần?

A. Hai lực bằng nhau.

B. Lực hút do Mặt Trời nhỏ hơn.

C. Lực hút do Mặt Trời bằng $\frac{3}{10}$ lực hút do Trái Đất.

D. Lực hút do Mặt Trời bằng $\frac{10}{3}$ lực hút do Trái Đất.

**Hướng dẫn giải**

Gọi $d_{13}$ là khoảng cách từ Mặt Trăng đến Mặt Trời; $d_{23}$ là khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời; $d_{12}$ là khoảng cách từ Mặt Trăng đến Trái Đất. ta có: $d_{13} = d_{23} = 300d_{12}$

Gọi $M_1$ là khối lượng Mặt Trăng; $M_2$ là khối lượng Trái đất và $M_3$ là khối lượng Mặt Trời. Ta có: $M_3 = 300\,000M_2$

Theo định luật vạn vật hấp dẫn, ta có:

Lực hấp dẫn mà Mặt Trời tác dụng lên Mặt Trăng: $F_{31} = G\frac{M_3.M_1}{d_{13}^2}$

Lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng: $F_{21} = G\frac{M_2.M_1}{d_{12}^2}$

Suy ra: $$\frac{F_{31}}{F_{21}} = \frac{M_3.d_{12}^2}{M_2d_{13}^2} = 300000.\frac{1}{300^2} = \frac{10}{3}$$

Lực hấp dẫn mà Mặt Trời tác dụng lên Mặt Trăng bằng $\frac{10}{3}$ lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng.

***Đáp án: D***

**41.12.** Nêu những sự tương tự và những sự khác biệt về cấu trúc giữa hệ Mặt trời và nguyên tử nêon?

**Hướng dẫn giải**

- *Sự tương tự về cấu trúc giữa hệ Mặt trời và nguyên tử nêon:*

| **Hệ Mặt Trời** | **Nguyên tử nêon** |
|---|---|
| Mặt trời ở trung tâm<br>8 hành tinh lớn | Hạt nhân ở giữa<br>8 êlectrôn ở quĩ đạo ngoài cùng |

- *Sự khác biệt về cấu trúc giữa hệ Mặt trời và nguyên tử nêon:*

| **Hệ Mặt Trời** | **Nguyên tử nêon** |
|---|---|
| 8 hành tinh có kích thước khác nhau và chuyển động trên các quĩ đạo có bán kính khác nhau.<br>Lực tương tác là lực vạn vật hấp dẫn | 8 êlectrôn ở quĩ đạo ngoài cùng có cùng kích thước và chuyển động trên các quĩ đạo có bán kính giống nhau.<br>Lực tương tác là lực Cu-lông |

**41.13.** Có phải tất cả các sao mà ta nhìn thấy từ Trái Đất đều thuộc Ngân Hà hay không? Tại sao các sao nằm ngoài dải Ngân hà cũng thuộc Ngân Hà?

**Hướng dẫn giải**

- Tất cả các sao mà ta nhìn thấy từ Trái Đất đều thuộc Ngân Hà.
- Các sao nằm ngoài dải Ngân hà cũng thuộc Ngân Hà vì dải Ngân Hà chẳng qua là "hình chiếu" của Ngân Hà lên nền trời.

# MỤC LỤC

Trang

## CHƯƠNG I – DAO ĐỘNG CƠ

*BÀI 1 – Dao động điều hòa* ........ 5
*BÀI 2 – Con lắc lò xo* ........ 14
*BÀI 3 – Con lắc đơn* ........ 22
*BÀI 4 – Dao động tắt dần – Dao động cưỡng bức* ........ 29
*BÀI 5 – Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số*
*Phương pháp giản đồ Fre-nen* ........ 36

## CHƯƠNG II – SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

*BÀI 7 – Sóng cơ và sự truyền sóng cơ* ........ 43
*BÀI 8 – Sự giao thoa* ........ 50
*BÀI 9 – Sóng dừng* ........ 56
*BÀI 10 – Đặc trưng vật lí của âm thanh* ........ 64
*BÀI 11 – Đặc trưng sinh lí của âm thanh* ........ 71

## CHƯƠNG III – DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

*BÀI 12 – Đại cương về dòng điện xoay chiều* ........ 75
*BÀI 13 – Các mạch điện xoay chiều* ........ 84
*BÀI 14 – Mạch R, L, C mắc nối tiếp* ........ 91
*BÀI 15 – Công suất tiêu thụ trong một mạch điện xoay chiều*
*Hệ số công suất* ........ 104
*BÀI 16 –Truyền tải điện năng – Máy biến áp* ........ 114
*BÀI 17 – Máy phát điện xoay chiều* ........ 122
*BÀI 18 – Động cơ không đồng bộ ba pha* ........ 126

## CHƯƠNG IV – DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

*BÀI 20 – Mạch dao động* ........ 130
*BÀI 21 – Điện từ trường* ........ 136
*BÀI 22 – Sóng điện từ* ........ 140
*BÀI 23 – Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến* ........ 146

## CHƯƠNG V – SÓNG ÁNH SÁNG

*BÀI 24 – Tán sắc ánh sáng* ........ 152
*BÀI 25 – Giao thoa ánh sáng* ........ 159
*BÀI 26 – Các loại quang phổ* ........ 169
*BÀI 27 – Tia hồng ngoại và tia tử ngoại* ........ 175
*BÀI 28 – Tia X* ........ 180

## CHƯƠNG VI – LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

*BÀI 30 – Hiện tượng quang điện – Thuyết lượng tử ánh sáng* ........................ *188*
*BÀI 31 – Hiện tượng quang điện trong* ........................................ *196*
*BÀI 32 – Hiện tượng quang – phát quang* ........................................ *200*
*BÀI 33 – Mẫu nguyên tử Bo* ........................................ *205*
*BÀI 34 – Sơ lược về laze* ........................................ *211*

## CHƯƠNG VII – HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

*BÀI 35 – Tính chất và cấu tạo hạt nhân* ........................................ *216*
*BÀI 36 – Năng lượng liên kết của hạt nhân – Phản ứng hạt nhân* ........................ *221*
*BÀI 37 – Phóng xạ* ........................................ *232*
*BÀI 38 – Phản ứng phân hạch* ........................................ *242*
*BÀI 39 – Phản ứng nhiệt hạch* ........................................ *248*

## CHƯƠNG VIII – TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

*BÀI 40 – Các hạt sơ cấp* ........................................ *253*
*BÀI 41 – Cấu tạo vũ trụ* ........................................ *256*

# HỌC TỐT VẬT LÍ 12 (CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN)

**Vũ Thị Phát Minh - Châu Văn Tạo - Nguyễn Đăng Khoa**

---

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI**
16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội
Điện thoại: (04) 9724852: (04) 9724770; Fax: (04) 9714899

***Chịu trách nhiệm xuất bản:***

*Giám đốc:* PHÙNG QUỐC BẢO
*Tổng biên tập:* NGUYỄN BÁ THÀNH

***Chịu trách nhiệm nội dung***

*Biên tập:* THANH NHÀN
*Sửa bài:*
*Chế bản:*
*Trình bày bìa:* QUỐC VIỆT
*Đối tác liên kết xuất bản:*

**CÔNG TY SÁCH - TBGD ĐỨC TRÍ**

---

Mã số: 1L-132 ĐH2008
In 2.000 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Công ty TNHH in Bao bì Hưng Phú
Số xuất bản: 349-2008/CXB/10-66/ĐHQGHN, ngày 22/4/2008
Quyết định xuất bản số: 132LK/XB
In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2008.